

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**



**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re

U.S. Application of:

For:

Daisaku HORIE and Yuusuke NAKANO  
OBJECT DETECTION APPARATUS, OBJECT  
DETECTION METHOD AND COMPUTER  
PROGRAM PRODUCT

U.S. Serial No.:

To Be Assigned

Confirmation No.:

To Be Assigned

Filed:

Concurrently

Group Art Unit:

To Be Assigned

Examiner:

To Be Assigned

**MAIL STOP PATENT APPLICATION**

Commissioner for Patents

P.O. Box 1450

Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

EXPRESS MAIL MAILING LABEL NO.: EV 411784177 US  
DATE OF DEPOSIT: FEBRUARY 25, 2004  
I hereby certify that this paper or fee is being deposited with the  
United States Postal Service "Express Mail Post Office to Addressee"  
service under 37 C.F.R. § 1.10 on the date indicated above and is  
addressed to MAIL STOP PATENT APPLICATION, Commissioner for  
Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

DERRICK T. GORDON

Name of Person Mailing Paper or Fee

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Derrick T. Gordon".

Signature

February 25, 2004

Date of Signature

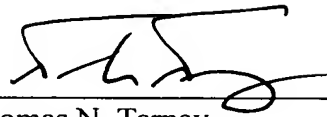
**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIORITY DOCUMENT**

Submitted herewith is a certified copy of Japanese Patent Application No.  
2003-397999, filed November 27, 2003.

Priority benefit under 35 U.S.C. § 119/365 for the Japanese patent application is  
claimed for the above-identified United States patent application.

Respectfully submitted,

By: \_\_\_\_\_

  
Thomas N. Tarnay

Reg. No. 41,341

Attorney for Applicants

TNT/llb

SIDLEY AUSTIN BROWN & WOOD LLP

717 N. Harwood, Suite 3400

Dallas, Texas 75201

Direct: (214) 981-3388

Main: (214) 981-3300

Facsimile: (214) 981-3400

February 25, 2004

DAI 286541v1

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application: 2003年11月27日

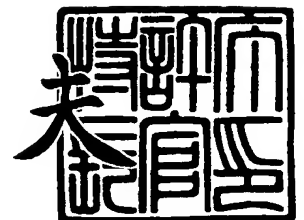
出願番号  
Application Number: 特願2003-397999  
[ST. 10/C]: [JP2003-397999]

出願人  
Applicant(s): コニカミノルタホールディングス株式会社

2003年12月10日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井 康



出証番号 出証特2003-3102354

【書類名】 特許願  
【整理番号】 TL04878  
【提出日】 平成15年11月27日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 G06T 1/00  
【発明者】  
    【住所又は居所】 東京都日野市さくら町 1 番地 コニカミノルタテクノロジーセン  
                                ター株式会社内  
    【氏名】 保理江 大作  
【発明者】  
    【住所又は居所】 東京都日野市さくら町 1 番地 コニカミノルタテクノロジーセン  
                                ター株式会社内  
    【氏名】 中野 雄介  
【特許出願人】  
    【識別番号】 000001270  
    【氏名又は名称】 コニカミノルタホールディングス株式会社  
【代理人】  
    【識別番号】 100086933  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 久保 幸雄  
    【電話番号】 06-6304-1590  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100125117  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 坂田 泰弘  
    【電話番号】 06-6304-1590  
【手数料の表示】  
    【予納台帳番号】 010995  
    【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
    【物件名】 特許請求の範囲 1  
    【物件名】 明細書 1  
    【物件名】 図面 1  
    【物件名】 要約書 1  
    【包括委任状番号】 0315879

**【書類名】 特許請求の範囲****【請求項 1】**

画像の中から目標の物体を検出する物体検出装置であって、  
カメラで撮影されて得られた撮影画像を入力する画像入力手段と、  
互いに異なる方法を用いて、前記撮影画像の特徴を検出する複数の特徴検出手段と、  
前記カメラの撮影に関する事項の条件を示す情報を取得する撮影条件取得手段と、  
撮影条件取得手段によって取得された情報に示される条件の場合の、前記各特徴検出手段によって検出される前記特徴の信頼性を求める、信頼性算出手段と、

1つまたは複数の前記特徴検出手段によって前記撮影画像からそれぞれ検出された前記特徴および前記信頼性算出手段によって求められた当該特徴の信頼性に基づいて前記撮影画像に写っている前記物体を検出する物体検出手段と、

を有することを特徴とする物体検出装置。

**【請求項 2】**

前記特徴検出手段は、前記特徴を特徴量として検出し、  
前記物体検出手段は、それぞれの信頼性の高さに応じて重み付けをした、前記各特徴の特徴量に基づいて、前記物体を検出する、  
請求項 1 記載の物体検出装置。

**【請求項 3】**

前記信頼性算出手段によって求められた前記特徴の信頼性を記憶する信頼性記憶手段を有し、

前記信頼性算出手段は、所定のタイミングで前記特徴の信頼性を算出し、  
前記物体検出手段は、前記信頼性記憶手段に記憶されている最新の前記特徴に基づいて前記撮影画像に写っている前記物体を検出する、

請求項 1 または請求項 2 記載の物体検出装置。

**【請求項 4】**

前記物体は人であり、  
前記特徴検出手段として、前記撮影画像と半楕円形状のテンプレートとのマッチングの度合いを算出することによって前記特徴を求める手段、前記撮影画像の画素面を区画した領域ごとの肌の色らしさを検出することによって前記特徴を求める手段、前記撮影画像の前記領域の髪の色らしさを検出することによって前記特徴を求める手段、または前記撮影画像と肩形状のテンプレートとのマッチングの度合いを算出することによって前記特徴を求める手段、を有する、

請求項 1 ないし請求項 3 のいずれかに記載の物体検出装置。

**【請求項 5】**

画像の中から目標の物体を検出する物体検出装置であって、  
カメラで撮影されて得られた撮影画像を入力する画像入力手段と、  
互いに異なる方法を用いて、前記撮影画像の特徴を検出する複数の特徴検出手段と、  
前記カメラの撮影に関する事項の条件を示す情報を取得する撮影条件取得手段と、  
前記条件の場合の、前記各特徴検出手段によって検出される前記特徴の信頼性を求める、信頼性算出手段と、

前記信頼性算出手段によって求められた、前記各特徴検出手段によって検出された前記各特徴の信頼性に応じて、前記物体を検出するための演算方法を決定する、演算方法決定手段と、

1つまたは複数の前記特徴検出手段によってそれぞれ検出された前記特徴および前記演算方法決定手段によって決定された前記演算方法に基づいて前記撮影画像に写っている前記物体を検出する物体検出手段と、

を有することを特徴とする物体検出装置。

**【請求項 6】**

画像の中から目標の物体を検出する物体検出方法であって、  
カメラで撮影されて得られた撮影画像を入力するステップと、

互いに異なる特徴検出方法を用いて、前記撮影画像の特徴を検出するステップと、  
前記カメラの撮影に関する事項の条件を示す情報を取得するステップと、  
取得された情報に示される前記条件の場合の、前記各特徴検出方法によって検出される  
前記特徴の信頼性を求めるステップと、

1つまたは複数の前記特徴検出方法によって前記撮影画像からそれぞれ検出された前記  
特徴および当該特徴の信頼性に基づいて前記撮影画像に写っている前記物体を検出するス  
テップと、

を有することを特徴とする物体検出方法。

【請求項 7】

画像の中から目標の物体を検出するコンピュータに用いられるコンピュータプログラム  
であって、

カメラで撮影されて得られた撮影画像を入力する処理と、

互いに異なる特徴検出方法を用いて、前記撮影画像の特徴を検出する処理と、

前記カメラの撮影に関する事項の条件を示す情報を取得する処理と、

取得された情報に示される前記条件の場合の、前記各特徴検出方法によって検出される  
前記特徴の信頼性を求める処理と、

1つまたは複数の前記特徴検出方法によって前記撮影画像からそれぞれ検出された前記  
特徴および当該特徴の信頼性に基づいて前記撮影画像に写っている前記物体を検出する処  
理と、

をコンピュータに実行させるためのコンピュータプログラム。

**【書類名】明細書****【発明の名称】** 物体検出装置、物体検知方法、およびコンピュータプログラム**【技術分野】****【0001】**

本発明は、画像の中から目標の物体を検出する物体検出装置または物体検知方法に関する。

**【背景技術】****【0002】**

従来より、歩行者や侵入者の検知、個人認証、またはフレーミングなどを目的とした人体検知方法が提案されている。

**【0003】**

人体検知方法として、歩行者が通る場所にカメラを設置しておき、そのカメラで撮影して得た画像を解析して歩行者の画像領域を検出することによって、歩行者を検知する方法が知られている。歩行者の画像領域を検出する方法として、例えば、背景差分を用いる方法、動き差分（時間差分）を用いる方法、オプティカルフローを求める方法、肌色領域を検出する方法、頭部の楕円形状を検出する方法、または眼や鼻などの身体の部位を検出する方法などが提案されている。

**【0004】**

上記の検出方法では、次のような不都合がある場合に歩行者を上手く検出できないことがある。

**【0005】**

例えば、背景画像が肌などの色と近い場合または照明条件の変化によって背景基準画像に誤差が生じた場合は、背景差分が上手く求められないので、背景差分を用いる方法では歩行者を上手く検出ができないことがある。歩行者の移動速度が遅い場合または歩行者が静止している場合は、2枚の画像の差が現れにくいので、動き差分（時間差分）を用いる方法およびオプティカルフローを求める方法では歩行者を上手く検出ができないことがある。

**【0006】**

背景領域に肌色が多く含まれている場合は背景領域を人体の領域と誤認識しやすく、歩行者が後ろを振り返っている場合は肌色領域が小さくなるので、肌色領域を検出する方法では、歩行者を上手く検出ができないことがある。歩行者が帽子、眼鏡、サングラス、またはマスクなどを身に付けている場合は、これらの部位が隠れてしまうので、頭部の楕円形状を検出する方法および眼や鼻などの身体の部位を検出する方法では歩行者を上手く検出ができないことがある。

**【0007】**

これらの問題点を解決する方法として、特許文献1に記載されるような方法が提案されている。係る方法によると、特性の異なる複数の被写体抽出を行い、各被写体抽出で抽出された被写体を合成する。そして、もしも合成結果が所定の判定基準を満たしていなければ、さらに特性の異なる補助被写体抽出を行い、合成結果と補助被写体抽出による抽出結果とを用いて主要被写体を抽出する。

**【0008】**

しかし、係る方法では、合成結果と補助被写体抽出による抽出結果とを用いて主要被写体を抽出してもなお、所定の判定基準を満たしていなければ、さらに特性の異なる補助被写体抽出を行わなければならない。したがって、元の被写体抽出の結果の信頼性によっては、補助被写体抽出をたくさん追加して行わなければならない。また、合成結果が所定の判定基準を満たしているか否かを常に判別しなければならない。よって、同時に（つまり1つのフレームに対して）実行する処理数が多くなり、処理速度が非常に遅くなってしまう。

**【特許文献1】** 特開平11-316845号公報**【発明の開示】**



**【発明が解決しようとする課題】****【0009】**

本発明は、上記のような問題点に鑑み、目標物の検出を行う際に撮影環境などに変化が生じて、処理速度をあまり低下させることなく当該検出を正確に行うことができるようにすることを目的とする。

**【課題を解決するための手段】****【0010】**

本発明に係る物体検出装置は、画像の中から目標の物体を検出する物体検出装置であって、カメラで撮影されて得られた撮影画像を入力する画像入力手段と、互いに異なる方法を用いて、前記撮影画像の特徴を検出する複数の特徴検出手段と、前記カメラの撮影に関する事項の条件を示す情報を取得する撮影条件取得手段と、取得された前記条件の場合の、前記各特徴検出手段によって検出される前記特徴の信頼性を求める、信頼性算出手段と、1つまたは複数の前記特徴検出手段によって前記撮影画像からそれぞれ検出された前記特徴および前記信頼性算出手段によって求められた当該特徴の信頼性に基づいて前記撮影画像に写っている前記物体を検出する物体検出手段と、を有することを特徴とする。

**【0011】**

好ましくは、前記特徴検出手段は、前記特徴を特徴量として検出し、前記物体検出手段は、それぞれの信頼性の高さに応じて重み付けをした、前記各特徴の特徴量に基づいて、前記物体を検出する。前記信頼性算出手段によって求められた前記特徴の信頼性を記憶する信頼性記憶手段を有し、前記信頼性算出手段は、所定のタイミングで前記特徴の信頼性を算出し、前記物体検出手段は、前記信頼性記憶手段に記憶されている最新の前記特徴に基づいて前記撮影画像に写っている前記物体を検出するようにしてもよい。

**【0012】**

前記物体は人である場合には、前記特徴検出手段として、例えば、前記撮影画像と半楕円形状のテンプレートとのマッチングの度合いを算出することによって前記特徴を求める手段、前記撮影画像の画素面を区画した領域ごとの肌の色らしさを検出することによって前記特徴を求める手段、前記撮影画像の前記領域の髪の色らしさを検出することによって前記特徴を求める手段、または前記撮影画像と肩形状のテンプレートとのマッチングの度合いを算出することによって前記特徴を求める手段、を設ける。

**【0013】**

または、前記条件の場合の、前記各特徴検出手段によって検出される前記特徴の信頼性を求める、信頼性算出手段と、前記信頼性算出手段によって求められた、前記各特徴検出手段によって検出された前記各特徴の信頼性に応じて、前記物体を検出するための演算方法を決定する、演算方法決定手段と、1つまたは複数の前記特徴検出手段によってそれぞれ検出された前記特徴および前記演算方法決定手段によって決定された前記演算方法に基づいて前記撮影画像に写っている前記物体を検出する物体検出手段と、を有してなる。

**【0014】**

本発明において、「カメラの撮影に関する事項の条件」とは、カメラの周囲の環境または設定の状況など、撮影に関する様々な条件を意味する。例えば、監視を行っている通路の照明の明るさ、影、または通行量など周囲の環境や、カメラの撮影速度（フレームレート）、ズーム、パン、またはチルトの設定などが挙げられる。前のフレームに係る頭部検出結果やオペレータによる頭部検出に関する評価（オペレータが画像を見て頭部を指示した結果および装置による判定結果が正しいか否かの評価など）も、カメラの撮影に関する事項の条件に含まれる。

**【0015】**

請求項5の演算方法として、例えば、相加平均法を用いた演算方法、相乗平均法を用いた演算方法、最大値または最小値を選択する関数を用いた演算方法、四則演算または論理演算を用いた演算方法、平方根を用いた演算方法などが挙げられる。

**【発明の効果】****【0016】**

本発明によると、目標物の検出を行う際に撮影環境などに変化が生じて、処理速度をあまり低下させることなく当該検出を正確に行うことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

図1は監視システム100の全体的な構成の例を示す図、図2はビデオカメラ2の位置姿勢および撮影状況の例を示す図、図3は人体検出装置1のハードウェア構成の例を示す図、図4は人体検出装置1の機能的構成の例を示す図である。

【0018】

図1に示すように、監視システム100は、本発明に係る人体検出装置1、ビデオカメラ2、センサ3、および通信回線4などによって構成される。人体検出装置1とビデオカメラ2およびセンサ3とは、通信回線4を介して互いに接続されている。通信回線4として、LAN、公衆回線、専用線、またはインターネットなどが用いられる。

【0019】

ビデオカメラ2は、CCDなどのイメージセンサ、光学系、外部の装置とデータの送受信を行うためのインタフェース、および制御用回路などを備えており、撮影によって得られた画像を画像データ70として人体検出装置1に送信する。

【0020】

このビデオカメラ2は、図2に示すように、スーパーマーケットまたはデパートなどの商業施設、店舗、地下街、ビル、またはイベント会場などの施設の通路または出入口などのように、人が通行する場所の天井などに設置される。以下、ビデオカメラ2が施設の通路に設置され、その通路の様子を監視するために使用される場合を例に説明する。また、ビデオカメラ2は、水平画角が60度くらい、検知対象（被写体）との距離すなわち撮影距離が3～5mくらい、出力する画像の解像度が640×480画素（いわゆるVGA）に設定されているものとする。通路の幅は、1～1.5mくらいであるものとする。

【0021】

センサ3は、監視を行っている通路の状況、例えば、明るさ、歩行者の速度、または歩行者の数などを検知するために用いられる。センサ3は、定期的に（例えばオペレータが設定した所定の間隔で）または何かを検知したタイミングで、検知結果情報80を人体検出装置1に送信される。センサ3として具体的にどのようなものが用いられるのかは、後に説明する。

【0022】

人体検出装置1は、図3に示すように、CPU1a、RAM1b、ROM1c、磁気記憶装置（ハードディスク）1d、通信インタフェース1e、表示装置1f、およびマウスまたはキーボードなどの入力装置1gなどによって構成される。

【0023】

磁気記憶装置1dには、図4に示すような画像入力部101、前処理部102、特徴量演算部103、頭部中心度プレーン生成部104、検出処理部105、頭部画像表示部171、頭部画像保存部172、学習部108、特徴度プレーン記憶部1M1、前フレーム記憶部1M2、およびテンプレート記憶部1M3などの機能を実現するためのプログラムおよびデータがインストールされている。これらのプログラムおよびデータは必要に応じてRAM1bにロードされ、CPU1aによってプログラムが実行される。

【0024】

この人体検出装置1は、施設の管理室などに設置されており、警備員が管理室に居ながら通路の様子を監視するために使用される。また、ビデオカメラ2によって撮影された画像に写っている通行人の頭部を検出し、頭部を拡大表示しまたは頭部の画像（映像）を保存しておくことができる。人体検出装置1として、ワークステーションまたはパーソナルコンピュータなどが用いられる。

【0025】

以下、ビデオカメラ2で撮影された画像から歩行者の頭部の中心の位置（例えば、鼻の先端）を検出する際の、図4に示す人体検出装置1の各部の処理内容などについて説明す

る。

#### 【0026】

〔検出対象の画像の入力および前処理〕

図5はビデオカメラ2で撮影された画像FGの例を示す図、図6は色空間変換処理の流れの例を説明するフローチャート、図7は切出画像GCの生成方法の例を説明する図、図8は切出縮小画像GSの生成方法の例を説明する図、図9は画像縮小処理の流れの例を説明するフローチャート、図10は時間差分プレーンSTの生成方法の例を示す図、図11は時間差分検出処理の流れの例を説明するフローチャート、図12は空間差分プレーンSSの生成方法の例を示す図、図13は空間差分検出処理の流れの例を説明するフローチャート、図14は論理積プレーンANの生成方法の例を示す図、図15は論理積画像生成処理の流れの例を説明するフローチャート、図16は論理積プレーンANの例を示す図である。

#### 【0027】

図4の画像入力部101は、ビデオカメラ2から送信されてきた画像データ70の受信処理を行う。これにより、ビデオカメラ2の撮影速度に応じたフレーム数（例えば、毎秒30フレーム）の、図5に示すような画像FG（映像）が得られる。

#### 【0028】

前処理部102は、色空間変換部201、画像縮小処理部202、時間差分算出部203、空間差分算出部204、および論理積画像生成部205などによって構成され、画像FGに写っている歩行者HMNの頭部の中心位置を求める処理に必要な画像を準備する処理を行う。

#### 【0029】

色空間変換部201は、画像入力部101によって入力された画像FGがRGB色空間の画像である場合に、この画像のデータをYUV色空間のデータに変換する処理を行う。係る処理は、図6および図7に示す手順で行われる。

#### 【0030】

画像FGの中から歩行者HMNの頭部が写っていそうな画像領域を図7のように設定する（図6の#101）。以下、係る画像領域を「注目画像領域RC」と記載する。注目画像領域RCは、ビデオカメラ2の位置姿勢および人の頭部のサイズなどに基づいて設定される。または、予めビデオカメラ2で撮影しておいた画像を参照して設定してもよい。本実施形態の人体検出装置1では、注目画像領域RCのサイズおよび形状は、640×100画素の長方形であると定められている。したがって、注目画像領域RCの開始アドレス（左上隅の画素の座標）だけを設定すればよい。例えば、図7に示すように、開始アドレスの座標（Xs, Ys）として（0, 20）を与えるだけで、終了アドレスすなわち右下隅の画素の座標（Xe, Ye）が自ずと決まり、注目画像領域RCが設定される。

#### 【0031】

画像FGについて、座標（Xs, Ys）の画素からX軸方向（画像の水平方向）に向かって1画素ずつ順番に走査するようにその画素のRGB値をYUV値に変換する（#102でNo、#103、#104）。係る変換は、例えば、その画素のRGB値を次の（1）式に代入することによって行うことができる。

#### 【0032】

【数1】

$$\begin{pmatrix} Y \\ U \\ V \end{pmatrix} = \frac{1}{100} \left[ \begin{pmatrix} 30 & 59 & 11 \\ -17 & -33 & 50 \\ 50 & -42 & -8 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ 12750 \\ 12750 \end{pmatrix} \right] \quad \dots\dots (1)$$

#### 【0033】

Y座標がYsであるライン上にある画素について変換が終わったら（#102でYes）、そのすぐ下のラインつまり「Ys+1」のラインに注目し（#105）、そのライン

上にある画素について、同様に、1画素ずつ順番にその画素のRGB値をYUV値に変換する（#102でNo、#103、#104）。以下、座標（Xe, Ye）についての変換が終了するまで、上の処理を繰り返す。

#### 【0034】

そして、すべての画素についての変換の終了後（#106でYes）、YUV値に変換された注目画像領域RCの画像を切り出すことによって、切出画像GCを生成する（#107）。なお、先に画像FGから注目画像領域RCを切り出しておいて、その注目画像領域RCの全画素に対して変換処理（#103）を施すようにしてもよい。

#### 【0035】

ビデオカメラ2から入力された画像FGが最初からYUV色空間の画像であった場合は、ステップ#102～#106の変換処理は実行せず、ステップ#101の注目画像領域RCの設定および#107の切出し処理だけを行って切出画像GCを取得する。

#### 【0036】

図4に戻って、画像縮小処理部202は、図8に示すように、切出画像GCを所定の倍率（本実施形態では1/4倍）に縮小し、切出縮小画像GSを生成する処理を行う。係る処理は、図9に示すような手順で行われる。

#### 【0037】

切出画像GCを、4×4画素の大きさからなるブロックBKに区切っておくとともに、開始アドレスの座標（X, Y）を（0, 0）に設定しておく（図9の#111）。切出画像GCの画素のうち、対角線の両端の座標が（4X, 4Y）および（4X+3, 4Y+3）となるブロックBKに属する画素の画素値（YUV値）を次の（2）式に代入する。

#### 【0038】

【数2】

$$Q(X,Y) = \frac{1}{16} \left( \sum_{i=0}^3 \sum_{j=0}^3 P(m+i, n+j) \right) \quad \cdots \cdots \quad (2)$$

#### 【0039】

ただし、 $m=4X$ 、 $n=4Y$ 、である。 $Q(X, Y)$ は切出縮小画像GSの座標（X, Y）の画素のYUV値であり、 $P(m, n)$ は、切出画像GCの座標（m, n）の画素のYUV値である。

#### 【0040】

これにより、切出画像GCの左上隅のブロックBKのYUV値の平均（単純平均）が算出される（#113）。算出された値が、切出縮小画像GSの左上隅の画素のYUV値となる。

#### 【0041】

そのブロックBKの右隣に並ぶ159個のブロックBKについても同様にYUV値の平均を算出し（#113、#114）、切出縮小画像GSの水平方向の1ライン目の残りの159個の画素のYUV値を得る。

#### 【0042】

切出縮小画像GSの2～100ライン目のYUV値も同様に、切出画像GCの2～25段目のブロックBKの画素のYUV値の平均を算出することによって取得する（#112～#116）。そして、切出縮小画像GSの右下隅の画素のYUV値が求められたら（#116でYes）、処理を終了する。

#### 【0043】

このようにして、切出画像GCを縮小し、切出縮小画像GSを生成する。生成された切出縮小画像GSは、後に説明する肌色度プレーンの生成処理、髪色度プレーンの生成処理、時間差分の算出処理、および空間差分の算出処理のために用いられる。また、生成された切出縮小画像GSは、後に説明するように、必要に応じて前フレーム記憶部1M2に記憶しておく。

## 【0044】

図4に戻って、時間差分算出部203は、図10に示すように、画像縮小処理部202によって生成された切出縮小画像GS（図10の説明において、「現切出縮小画像GS<sub>c</sub>」と記載する。）の明度とそれより前の時刻（例えば、2フレーム前）の切出縮小画像GS（図10の説明において、「前切出縮小画像GS<sub>p</sub>」と記載する。）の明度との時間差分（フレーム差分）を算出し、時間差分プレーンSTを生成する。生成された時間差分プレーンSTは、現切出縮小画像GS<sub>c</sub>と前切出縮小画像GS<sub>p</sub>の明度の時間差分画像であると言える。本実施形態では、時間差分プレーンSTの各画素の値を二進数の値（二値）で表している。したがって、時間差分プレーンSTは、白黒画像として表すことができる。時間差分プレーンSTの生成は、図11に示す手順で行われる。

## 【0045】

まず、開始アドレスの座標（X，Y）を（0，0）に設定しておく（#121）。次の（3）式に基づいて、現切出縮小画像GS<sub>c</sub>および前切出縮小画像GS<sub>p</sub>のそれぞれの（0，0）の画素の明度すなわちYUV値のY成分同士の差（明度差分）を求める。  

$$\text{Buffer} = \text{abs} | Y_c(i, j) - Y_p(i, j) | \quad \dots \quad (3)$$

ただし、 $Y_c(i, j)$ 、 $Y_p(i, j)$ はそれぞれ現切出縮小画像GS<sub>c</sub>、前切出縮小画像GS<sub>p</sub>の座標（i，j）の画素のYUV値のY成分である。 $\text{abs} | A |$ は、Aの絶対値である。

## 【0046】

得られたBufferを二値化する。例えば、Bufferが閾値TH<sub>st</sub>を超えた場合は両画像の明度差分を「1」とし、閾値TH<sub>st</sub>以下であった場合は明度差分を「0」とする（#123）。YUV値が256階調である場合は、閾値TH<sub>st</sub>として、例えば「10」を設定しておく。

## 【0047】

以下、同様に、X軸方向（画像の水平方向）に向かって1画素ずつシフトしながら、互いに対応する画素の明度差分を求める（#123、#124）。右端の画素の明度差分が求められたら（#122でYes）、Y軸方向（画像の垂直方向）に1画素シフトし（#125）、同様に、左端から右端に向かって明度差分を求める（#123、#124）。そして、右下隅の画素の明度差分が求められたら（#126でYes）、処理を終了する。このようにして、時間差分プレーンSTが生成される。

## 【0048】

図4に戻って、空間差分算出部204は、図12および図13に示す手順で、画像縮小処理部202によって生成された切出縮小画像GSの空間差分を算出し、空間差分プレーンSS（空間差分画像）を生成する。

## 【0049】

切出縮小画像GSの各画素に対して空間差分処理を施す（図13の#133）。例えば、図11で説明した時間差分検出処理の場合と同様に、左上隅の画素から順に右下隅の画素まで空間差分処理を施す。

## 【0050】

空間差分処理は、図12に示すように、まず、処理対象の画素およびその周囲にある8つの画素の画素値を次の（4）式および（5）式に代入する。つまり、SOBELフィルタを掛ける。

## 【0051】

## 【数 3】

$$Q1(i, j) = \left( \sum_{m=-1}^1 \sum_{n=-1}^1 (K1(m, n) \times P(i+m, j+n)) \right) \cdots \cdots (4)$$

$$Q2(i, j) = \left( \sum_{m=-1}^1 \sum_{n=-1}^1 (K2(m, n) \times P(i+m, j+n)) \right) \cdots \cdots (5)$$

## 【0052】

ただし、P (i, j) は切出縮小画像GSの (i, j) の画素の明度 (Y成分) の値であり、Q1 (i, j) およびQ2 (i, j) はそれぞれ切出縮小画像GSの (i, j) の画素についての水平エッジ検出用垂直SOBELフィルタおよび垂直エッジ検出用水平SOBELフィルタによる出力結果である。また、K1 (m, n) およびK2 (m, n) は下記に示すような値を持つ水平エッジ検出用垂直SOBELフィルタおよび垂直エッジ検出用水平SOBELフィルタである。

## 【0053】

## 【数 4】

$$K1(m, n) = \begin{pmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{pmatrix}, \quad K2(m, n) = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

## 【0054】

算出されたQ1 (i, j) およびQ2 (i, j) の値を次の (6) 式に代入することによって、SobelプレーンSBを求める (図12の#141)。

## 【0055】

## 【数 5】

$$Sbl(i, j) = \sqrt{(Q1(i, j))^2 + (Q2(i, j))^2} \cdots \cdots (6)$$

## 【0056】

このSobelプレーンSBを、次の (7) 式に示す平滑化フィルタを掛けることによって平滑化する (#142)。

## 【0057】

## 【数 6】

$$QS(i, j) = \left( \sum_{m=-2}^2 \sum_{n=-2}^2 (KS(m, n) \times Sbl(i+m, j+n)) \right) \cdots \cdots (7)$$

## 【0058】

ただし、QS (i, j) は平滑化されたSobelプレーンSBの座標 (i, j) の画素の明度 (Y成分) の値であり、KS (m, n) は下記に示すような値を持つ平滑化フィルタである。

## 【0059】

【数 7】

$$KS(m,n) = \frac{1}{25} \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

【0060】

そして、次の (8) 式に基づいて二値化の処理を行う (#143)。

【0061】

【数 8】

$$SS(i,j) = \begin{cases} 1 & (Buffer > THss) \\ 0 & (Buffer \leq THss) \end{cases} \quad \dots\dots (8)$$

【0062】

ただし、 $Buffer = QS(i, j) - Sbl(i, j)$ 、である。 $THss$ は閾値である。 $THss$ として、例えば「6」が設定される。

【0063】

このような演算を行うことによって、空間差分プレーン  $SS$  が生成される。なお、空間差分プレーン  $SS$  は、白黒画像として表される。

【0064】

図 4 に戻って、論理積画像生成部 205 は、図 14 および図 15 に示すように、時間差分算出部 203 によって算出 (生成) された時間差分プレーン  $ST$  および空間差分算出部 204 によって算出された空間差分プレーン  $SS$  の互いに対応する画素の画素値 (二値) の論理積を算出することによって、論理積プレーン  $AN$  を生成する。

【0065】

この論理積プレーン  $AN$  には、図 16 に示すように、動いている物体のエッジ (輪郭) だけが表れる。つまり、論理積プレーン  $AN$  は、動体のエッジ画像 (輪郭画像) であると言える。論理積プレーン  $AN$  を生成する手順は、図 15 のフローチャートに示す通りである。なお、図 15 のフローチャートでは、左上隅の画素から右下隅の画素まで順に走査するように論理積演算処理 (#153) を行うことを説明している。このような順で処理を行う点は、図 11 および図 13 の場合と同じであるので、詳しい説明は省略する。以下、図 19、図 20、図 25、図 26 などについても同様である。

【0066】

【特徴度プレーンの生成】

図 17 は 4 種類の特徴度プレーン 8 の例を示す図、図 18 は肌色度と  $YUV$  空間の画素値の  $U$  成分の値および  $V$  成分の値との関係を示す図、図 19 は肌色度プレーン生成処理の流れの例を説明するフローチャート、図 20 は髪色度プレーン生成処理の流れの例を説明するフローチャート、図 21 はオフセット補正について説明する図、図 22 は髪色度と  $YUV$  空間の画素値の  $U$  成分の値および  $V$  成分の値との関係を示す図、図 23 はテンプレート  $TP1$ 、 $TP2$  の例を示す図、図 24 はテンプレート  $TP1$ 、 $TP2$  の作成方法の例を示す図、図 25 は中心度プレーン算出処理の流れの例を説明するフローチャート、図 26 は投票処理の流れの例を説明するフローチャート、図 27 はテンプレート  $TP1$  によるテンプレートマッチングの方法の例を説明する図である。

【0067】

図 4 に戻って、特徴量演算部 103 は、肌色度プレーン生成部 301、半楕円中心度プレーン生成部 302、髪色度プレーン生成部 303、および肩中心度プレーン生成部 304 などによって構成され、4 種類の特徴度プレーン 8 (肌色度プレーン 8FC、半楕円中

心度プレーン 8 S E、髪色度プレーン 8 H C、肩中心度プレーン 8 S H) を生成するための演算処理を行う。これらの特徴度プレーン 8 は、図 17 に示すように、各画素の値の大きさを濃さで表現した濃淡画像 (明度画像) として表される。後に説明する頭部中心度プレーン 8 4 (図 32 参照) も同様である。

#### 【0068】

肌色度プレーン生成部 301 は、画像縮小処理部 202 によって生成された切出縮小画像 G S の各画素の肌色度を検出することによって、肌色度プレーン 8 F C を生成する。「肌色度」とは、肌の色らしさ、を意味する。つまり、肌色に近いまたは類似しているほど肌色度は大きくなる。本実施形態では、画素値 (ここでは、Y U V 値) の U 成分および V 成分の値がそれぞれ F C u、F C v の場合に、肌色度が最大となるように設定している。例えば、ベージュ色を肌の色とする場合は、F C u および F C v としてそれぞれ「107」および「157」を設定しておく。肌色度は、次の (9) 式に画素値を代入することによって算出される。

#### 【0069】

##### 【数 9】

$$FPfc(i, j) = 400 + Y(i, j) - 7 \times abs[(U(i, j) - FCu) + (V(i, j) - FCv)] \quad \dots\dots (9)$$

$$- 6 \times (abs[U(i, j) - FCu] + abs[V(i, j) - FCv])$$

#### 【0070】

ただし、 $abs | A |$  は、A の絶対値である。

#### 【0071】

なお、(9) 式に示す、画素の U 成分の値および V 成分の値と肌色度の大きさとの関係を濃淡で表すと、およそ図 18 のように表される。

#### 【0072】

切出縮小画像 G S の各画素の肌色度の検出処理の手順は、図 19 のステップ # 161 ~ # 166 に示す通りである。つまり、切出縮小画像 G S の各画素の肌色度を順に求めることによって (# 163)、肌色度検出プレーンを生成する。

#### 【0073】

ところで、ビデオカメラ 2 で撮影された画像 F G (図 5 参照) に歩行者 H M N の顔 (頭部) が写っていれば、ステップ # 161 ~ # 166 の処理によって得られる肌色度検出プレーンの中の肌色度の高い画像領域とその歩行者 H M N の頭部の領域とは、ほぼ一致するはずである。したがって、肌色度検出プレーンの中の肌色度のピークがある画素または画像領域に、検索の目標である歩行者 H M N の頭部の中心があると考えられる。

#### 【0074】

しかし、顔の中はすべてが肌色というわけではなく、眉毛、目、鼻の穴、および唇といった肌色以外の色をした部位が含まれている。また、歩行者 H M N が眼鏡を掛けている場合もあり得るし、元の画像 F G そのものにノイズが含まれている場合もあり得る。そこで、本実施形態では、頭部の中心の検出精度を高めるために例えば次のような補正処理を行う。

#### 【0075】

すなわち、まず、肌色以外の部分およびノイズなどを除去するために、ステップ # 161 ~ # 166 によって得られた肌色度検出プレーンに対して  $3 \times 3$  の輝度 (明度) の最大値フィルタを掛けることによって D i l a t i o n 処理を行う (# 167)。そして、先鋭度を高めるために、D i l a t i o n 処理がなされた肌色度検出プレーンに対して  $3 \times 3$  の輝度 (明度) の最小値フィルタを掛けることによって E r o s i o n 処理を行い、さらに E r o s i o n 処理の処理前の肌色度検出プレーンと処理後の肌色度検出プレーンと



の平均処理を行う（＃168）。ステップ＃168の処理は、「 $(HW/2)+1$ 」回繰り返す。「HW」は、切出縮小画像GSに写っていると想定される検出目標である頭部の幅を示す画素数である。例えば、頭部の幅を示す画素数が「7」であると想定されている場合は、4回または5回繰り返すことになる。

#### 【0076】

以上のように、切出縮小画像GSの肌色度を検出し（＃161～＃166）、検出精度を高めるための補正処理（＃167、＃168）を実行することによって、図17（a）に示すような肌色度プレーン8FCが生成される。

#### 【0077】

図4に戻って、髪色度プレーン生成部303は、画像縮小処理部202によって生成された切出縮小画像GSの各画素の髪色度を検出することによって、図17（c）に示すような髪色度プレーン8HCを生成する。「髪色度」とは、髪の色らしさ、を意味する。つまり、髪の色に近いまたは類似しているほど髪色度は大きくなる。本実施形態では、画素値のU成分およびV成分の値がそれぞれHCu、HCvの場合に、髪色度が最大であると設定している。例えば、黒色を髪の色とする場合は、FCuおよびFCvとしてそれぞれ「112」および「142」を設定しておく。

#### 【0078】

髪色度プレーン8HCの生成する手順は、肌色度プレーン8FCを生成する手順と基本的に同様である。すなわち、図20に示すように、切出縮小画像GSの各画素について髪色度を算出し（＃171～＃176）、頭部の中心の検出精度を高めるための処理を行う（＃177、＃178）。ただし、髪色度の検出関数として、（9）式の関数の代わりに、次の（10）式の関数を用いる。

#### 【0079】

##### 【数10】

$$FPhc(i, j) = 400 + (Y(i, j - offset) / 2)$$

$$- 9 \times abs\{ (U(i, j - offset) - HCu) + (V(i, j - offset) - HCv) \} \quad \cdots \cdots \quad (10)$$

$$- 4 \times (abs\{U(i, j - offset) - HCu\} + abs\{V(i, j - offset) - HCv\})$$

#### 【0080】

図21に示すように、高い髪色度が検出される領域は、髪の毛の生えている頭の上部の領域RYkである。しかし、前に述べたように、本実施形態では、頭部の中心（点Ptc）を検出することが目的である。そこで、高い髪色度が検出されると予測される領域の中心（点Pt k）と頭部の中心（点Ptc）とができるだけ一致するように、（10）式では、Y軸方向（垂直方向）にずれの調整（オフセット補正）を行っている。（10）式中の「offset」はオフセット値であり、例えば、 $offset = HS/2$ 、と設定される。「HW」は、切出縮小画像GSに写っていると想定される検出目標である頭部の頂から顎までの長さを示す画素数である。例えば、長さを示す画素数が「9」であると想定されている場合は、 $offset = 4.5$ 、となる。

#### 【0081】

なお、（10）式に示す画素のU成分の値およびV成分の値と髪色度の大きさとの関係を濃淡で表すと、図22のように表される。

#### 【0082】

図4に戻って、半楕円中心度プレーン生成部302は、論理積画像生成部205によって生成された論理積プレーンAN（エッジ画像）の各画素の半楕円中心度を検出することによって、図17（b）に示すような半楕円中心度プレーン8SEを生成する。「半楕円中心度」とは、論理積プレーンANに対して図23（a）の半楕円形のテンプレートTP1を用いたテンプレートマッチングを行った際に、論理積プレーンANの画素がそのテン

プレートの中心位置（基準点CT1）にどれだけ近いのか、つまり、中心らしさ、を意味する。テンプレートマッチングの方法として、例えば、後述するHough変換法に基づく方法が用いられる。

#### 【0083】

テンプレートTP1および後に説明する肩中心度プレーン生成部304で使用されるテンプレートTP2は、例えば、次のようにして作成される。

#### 【0084】

まず、通路の基準位置L1（図2参照）にモデルとなる人を立たせ、ビデオカメラ2によって撮影を行う。モデルとなる人は、標準的な体型であることが望ましい。図24（a）に示すように、撮影によって得られた画像の中のモデルの輪郭部分に注目する。

#### 【0085】

図24（b）に示すように、モデルの輪郭から頭部の上半分を示す1本の開曲線および両肩を示す2本の開曲線をそれぞれエッジEG1、EG2として抽出する。この際に、エッジEG1、EG2から離れた所定の位置をそれぞれ基準点CT1、CT2として定める。基準点CT1、CT2は、それぞれ、テンプレートTP1、TP2の基準位置（中心位置）を示すものである。なお、基準点CT1、CT2をそれぞれエッジEG1、EG2上の所定の位置に定めてもよい。この基準点CT1、CT2もエッジEG1、EG2とともに抽出する。

#### 【0086】

すると、図24（b）（c）に示すようなテンプレート画像が得られる。そして、エッジEG1、EG2をそれぞれ基準点CT1、CT2を中心に半回転（180度回転）させる。このようにして、テンプレートTP1、TP2が作成される。テンプレートTP1、TP2は、図4のテンプレート記憶部1M3に記憶（格納）しておく。

#### 【0087】

または、論理積プレーンANに写る頭部の大きさがそれほど大きくないと想定される（例えば、縦横10画素前後くらいと想定される場合）は、その想定される大きさの半楕円をCGソフトなどで作成し、これをテンプレートTP1として用いてもよい。テンプレートTP2についても同様である。

#### 【0088】

図24（a）の $\alpha 1$ 、 $\alpha 2$ は、テンプレートマッチングの際に位置のずれの調整（オフセット補正）のために用いられるオフセット値である。前に述べたように、本実施形態では頭部の中心を検出することが目的である。したがって、半楕円中心度のピークの位置と頭部の中心位置とができるだけ一致することが望まれるからである。

#### 【0089】

半楕円中心度プレーン8SEを生成する手順は、図25に示す通りである。すなわち、まず、論理積プレーンANの画素ごとに1つつカウンタを用意し、これらのカウンタを「0」にリセットし（#180）、開始アドレスの座標を（0，0）に設定しておく（#181）。論理積プレーンANにおける（0，0）の画素を注目画素として、投票処理を行う（#183）。投票処理は、図26に示すような手順で行われる。

#### 【0090】

まず、論理積プレーンANに写っているエッジ（輪郭線）の上にその注目画素があるかどうかを判別する（#191）。エッジ上になれば（#191でYes）、その注目画素についての投票処理は終了し、図25のステップ#184に進む。

#### 【0091】

図27（b）に示すように、注目画素が論理積プレーンANのエッジRN上にある場合は（#191でYes）、その注目画素とテンプレートTP1の基準点CT1とが一致するように、論理積プレーンANの上にテンプレートTP1を重ねる（#192）。

#### 【0092】

テンプレートTP1と重なった論理積プレーンANの $txsize \times tysize$ の領域（図27（b）の点線領域）に注目し、ステップ#193～#198の処理を行う。す

なわち、その点線領域の中の、エッジ E G 1 と重なった画素を見つける。そして、図 2 7 (d) に示すように、見つかった画素からオフセット値  $\alpha 1$  (図 2 4 (a) 参照) だけ下にシフト (オフセット補正) した画素のカウントに「1」を加算して 1 票を投じる。

#### 【0093】

なお、図 2 7 (c) において、太枠の正方形は論理積プレーン A N のエッジ R N 上の画素を示し、黒く塗りつぶした正方形は注目画素を示し、斜線で塗りつぶした正方形はテンプレート T P 1 のエッジ E G 1 が重なった画素を示している。

#### 【0094】

図 2 5 に戻って、論理積プレーン A N の他の画素についても同様に、これを注目画素として投票処理を行う (# 1 8 2 ~ # 1 8 6)。以上のように投票を行った結果、各画素のカウントにカウントされた得票数の分布が、図 1 7 (b) に示す半楕円中心度プレーン 8 S E となる。

#### 【0095】

図 4 に戻って、肩中心度プレーン生成部 3 0 4 は、論理積画像生成部 2 0 5 によって生成された論理積プレーン A N (エッジ画像) の各画素の肩中心度を検出することによって、図 1 7 (d) に示すような肩中心度プレーン 8 S H を生成する。「肩中心度」とは、論理積プレーン A N に対して図 2 3 (b) の肩の形状をしたテンプレート T P 2 によるテンプレートマッチングを行った際に、論理積プレーン A N の画素がそのテンプレートの中心位置 (基準点 C T 2) にどれだけ近いのか、つまり、中心らしさ、を意味する。

#### 【0096】

肩中心度プレーン 8 S H を生成する手順は、図 2 5 および図 2 6 に示す半楕円中心度プレーン 8 S E を生成する手順と同様である。ただし、テンプレートマッチングのためのテンプレート T P 2 (図 2 3 (b) 参照) を使用し、オフセット補正のためのオフセット値として  $\alpha 2$  (図 2 4 (a) 参照) を使用する。

#### 【0097】

特徴度プレーン記憶部 1 M 1 は、特徴量演算部 1 0 3 の各プレーン生成部 3 0 1 ~ 3 0 4 で生成された特徴度プレーン 8 (肌色度プレーン 8 F C、半楕円中心度プレーン 8 S E、髪色度プレーン 8 H C、肩中心度プレーン 8 S H) を、その基になる画像 F G の撮影時刻と対応付けて記憶する。

#### 【0098】

〔頭部中心度の算出および頭部の中心の検出〕

図 2 8 は学習部 1 0 8 の構成の例を示す図、図 2 9 は種々の撮影条件の変化とそれに伴う現象および影響との関係の例を説明する図、図 3 0 は演算方法決定処理の流れの例を説明するフローチャート、図 3 1 は信頼度変換テーブル T L 0 の例を示す図、図 3 2 は頭部中心度プレーン 8 4 の例を示す図、図 3 3 は頭部中心検出処理の処理の流れの例を説明するフローチャート、図 3 4 は矩形領域 K R の抽出の例を示す図、図 3 5 は頭部抽出処理の流れの例を説明するフローチャート、図 3 6 は頭部検出結果プレーン T K の生成方法の例を説明する図、図 3 7 は探索領域 R T および二乗和算出範囲 N R の例を示す図、図 3 8 は矩形領域 K R 1 から抜き出されまたはクリアされる対象となる領域 T R 1、T R 2 の形状およびサイズの例を説明する図である。

#### 【0099】

頭部中心度プレーン生成部 1 0 4 は、頭部中心度プレーン 8 4 (図 3 2 参照) を生成するための処理を行う。「頭部中心度」とは、頭部の中心らしさ、すなわち、頭部の中心までの近さを示す度合いを意味する。頭部中心度プレーン 8 4 は、学習部 1 0 8 による演算結果および図 1 7 に示す 4 種類の特徴度プレーン 8 すなわち肌色度プレーン 8 F C、半楕円中心度プレーン 8 S E、髪色度プレーン 8 H C、および肩中心度プレーン 8 S H に基づいて生成する。生成方法については、後に説明する。

#### 【0100】

学習部 1 0 8 は、図 2 8 に示すように、コンディション情報取得部 8 0 1、信頼度算出部 8 0 2、演算方法決定部 8 0 3、データベース 8 0 4、および信頼度記憶部 8 0 5 など

によって構成され、頭部の中心を検出するための最適な演算方法を求め学習する処理を行う。

#### 【0101】

コンディション情報取得部801は、監視を行っている通路の環境または状態、ビデオカメラ2の設定または状態など、撮影に関する種々の事項の条件（コンディション）を示す情報を取得する。以下、係る情報を「コンディション情報72」と記載する。コンディション情報72は、例えば、次のようにして取得される。

#### 【0102】

通路の照度に関する状態を示すコンディション情報72は、ビデオカメラ2から送信されてきた画像FGのYUV空間値の平均値（平均画素値）のうちのY成分の値を抽出することによって得られる。または、センサ3（図1参照）として照度センサを用い、そのセンサ3から送信されてくる検知結果情報80をコンディション情報72として取得してもよい。

#### 【0103】

歩行者の影またはホワイトバランスは、朝、昼、夕方、または夜など一日の中の時間帯によって変化する。そこで、時間帯ごとの歩行者の影またはホワイトバランスの発生具合の情報を予めデータベース804に登録しておき、人体検出装置1または外部装置に内蔵されているタイマから現在の時刻を示す時間情報を取得し、その時間情報に対応する発生具合の情報を、歩行者の影またはホワイトバランスに関するコンディション情報72として取得してもよい。または、センサ3としてホワイトバランスセンサを用い、そのセンサ3から送信されてくる検知結果情報80を、ホワイトバランスに関するコンディション情報72として取得してもよい。

#### 【0104】

通路を通行する歩行者の特徴の傾向（客層）も、朝、昼、夕方、または夜など一日の中の時間帯によって変化する。そこで、時間帯ごとの平均的な、歩行者の人数、年齢層、身長、通過速度、またはカップルまたは親子連れなどの組数などを示す客層情報を予めデータベース804に登録しておき、タイマから取得した時間情報に対応する客層情報を、これらの歩行者の特徴の傾向に関するコンディション情報72として取得してもよい。または、センサ3として、重量センサを床に設置しておき、そのセンサ3から送信されてくる検知結果情報80に基づいてコンディション情報72を取得するようにしてもよい。例えば、歩行者の人数は、単位時間あたりに送信されてくる検知結果情報80の個数より知ることができる。歩行者の年齢層および身長は、センサ3が検知した重量（つまり歩行者の体重）より推測することができる。または、歩行者の人数に関するコンディション情報72は、後に説明する計数処理部503の処理結果をフィードバックし、その処理結果に基づいて取得してもよい。通過速度に関するコンディション情報72は、ビデオカメラ2から送信されてきた時系列上に並ぶ複数の画像FGのオプティカルフローを求めることによって取得してもよい。

#### 【0105】

ビデオカメラ2の撮影速度（フレームレート）、ズーム、パン、またはチルトなどの設定に関するコンディション情報72は、ビデオカメラ2より取得する。ビデオカメラ2の設置場所に関するコンディション情報72は、オペレータが入力装置1g（図3参照）を操作して入力することによって取得される。なお、上記の照明、歩行者、ビデオカメラ2の設定などに関するコンディション情報72についても、オペレータが入力するようにしてもよい。

#### 【0106】

なお、コンディション情報72の取得は、1枚の画像FGが撮影されるごとに（つまり、1フレームごとに）行う必要はなく、所定の時間ごと（フレームごと）に行えばよい。

#### 【0107】

ところで、このようにして取得された様々な種類の撮影条件（環境、状態、または設定など）に関するコンディション情報72に示される内容が撮影に最適とされる基準条件と

一致しない（ずれている、変化している）場合は、図 29 に示すような現象が生じ、画像 F G における特徴度（肌色度、髪色度、頭部中心度、または肩中心度など）の表れ方に影響を及ぼす。つまり、図 17 の特徴度プレーン 8 の正確性に影響を及ぼす。

#### 【0108】

例えば、取得されたコンディション情報 72 が、通路の照度が基準の照度に対して変化している旨を示している場合は、その変化の割合が大きいほど、画像 F G に写っている歩行者の肌、髪、その他の部位、および背景の色が正確に表れなくなる。したがって、肌色度プレーン 8 F C および髪色度プレーン 8 H C に表れる肌色度および髪色度の妥当性（正確性）が低くなる。

#### 【0109】

また、取得されたコンディション情報 72 が、歩行者数が通常（基準）の歩行者数よりも多い旨を示している場合は、その数が多いほど、歩行者同士が重なりやすくなり、画像 F G の中に肩の写っていない歩行者が多く見られるようになる。したがって、肩中心度プレーン 8 S H に表れる肩中心度の妥当性が低くなる。

#### 【0110】

そこで、信頼度算出部 802 は、ビデオカメラ 2 の現在の撮影条件（コンディション）における肌色度、髪色度、頭部中心度、および肩中心度（以下、「特徴度」と総称することがある。）の信頼性を示す信頼度 R を算出する処理を、図 30 に示すような手順で行う。なお、本実施形態では、N 種類の撮影条件に関するコンディション情報 72（721、722、…、72N）が取得されるものとする。また、コンディション情報 721、722、…、72N の内容を示す値を格納するパラメータをそれぞれ環境パラメータ  $\theta_1$ 、 $\theta_2$ 、…、 $\theta_N$  と記載する。

#### 【0111】

コンディション情報取得部 801 によって新しいコンディション情報 72 が取得されたとする。すると、信頼度算出部 802 は、それと同じ種類であってかつ過去に（例えば直前に）取得されたコンディション情報 72 をデータベース 804 から呼び出し（#231）、両者の内容を比較する（#232）。

#### 【0112】

比較した結果、両者の内容に所定の量または所定の割合以上の違いがあった場合はビデオカメラ 2 の撮影条件に変化があったものと判断し（#233で Yes）、次の（11）式に示す変換関数  $\Psi$  などを用いて各特徴度の信頼度 R を算出する（#234）。

#### 【0113】

##### 【数 11】

$$\Psi: R^N \rightarrow R^{N \times 4}$$

$$\Psi \begin{pmatrix} \theta_1 \\ \theta_2 \\ \vdots \\ \theta_N \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} r_1(\theta_1), & r_2(\theta_1), & r_3(\theta_1), & r_4(\theta_1) \\ r_1(\theta_2), & r_2(\theta_2), & r_3(\theta_2), & r_4(\theta_2) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ r_1(\theta_N), & r_2(\theta_N), & r_3(\theta_N), & r_4(\theta_N) \end{pmatrix} \cdots \cdots \quad (11)$$

#### 【0114】

ただし、変換関数  $\Psi$  は、各環境パラメータ  $\theta$ （コンディション情報 72）が各特徴度に及ぼす影響を表した関数であり、環境パラメータ  $\theta$  ごとに用意されている。

$r_1(\theta_k)$ 、 $r_2(\theta_k)$ 、 $r_3(\theta_k)$ 、および  $r_4(\theta_k)$  は、それぞれ、環境パラメータ  $\theta_k$ （ただし、 $1 \leq k \leq N$ ）に対する肌色度、髪色度、半楕円中心度、および肩中心度を求めるための個別信頼度関数である。

$r(\theta) \in [0, 1]$ 、である。

#### 【0115】

具体的には、まず、新たに取得されたコンディション情報 72 k の値を、（11）式の右辺の各個別信頼度関数  $r_1(\theta_k) \sim r_4(\theta_k)$  に代入する。なお、N 種類のコンデ

ィション情報 72 のうち、コンディション情報 72 k と同じタイミングで取得されなかったコンディション情報 72 がある場合は、取得されなかったコンディション情報 72 と同じ種類の、最近に取得されたコンディション情報 72 の値を代入する。

【0116】

算出された特徴度ごとの  $r(\theta)$  の乗積を、次の (12) 式に基づいて算出する。

【0117】

【数 12】

$$R_i = \prod_{j=1}^N r_i(\theta_j) \quad (i=1,2,3,4) \quad \cdots \cdots \quad (12)$$

【0118】

ただし、信頼度  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ 、 $R_4$  は、それぞれ、肌色度、髪色度、半楕円中心度、および肩中心度の信頼度である。以下、それぞれを、「肌色信頼度  $R_1$ 」、「髪色信頼度  $R_2$ 」、「半楕円中心信頼度  $R_3$ 」、および「肩中心信頼度  $R_4$ 」と記載することがある。

【0119】

このようにして、各特徴度の信頼度  $R_1 \sim R_4$  が算出される。(12) 式に示されるように、信頼度  $R_1 \sim R_4$  は、N 種類の撮影条件ごとの信頼度 (個別信頼度) を乗積して統合したものである。よって、信頼度  $R$  を「統合信頼度」と呼ぶことができる。また、(11) 式および (12) 式をまとめた統合変換関数を、次の (13) 式のように表すことができる。

【0120】

【数 13】

$$\Phi \begin{pmatrix} \theta_1 \\ \theta_2 \\ \vdots \\ \theta_N \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R_1 \\ R_2 \\ R_3 \\ R_4 \end{pmatrix} \quad \cdots \cdots \quad (13)$$

【0121】

なお、(12) 式の各個別信頼度関数  $r(\theta)$  は、過去の経験則や実験結果などを解析し定量化することによって、予めオフラインで用意しておく。例えば、照明の度合い (照度) に関する環境パラメータ  $\theta$  (例えば  $\theta_1$ ) の値が小さいときは、ビデオカメラ 2 は色を上手く検出できなくなるので、肌色度および髪色度の個別信頼度が小さくなるように個別信頼度関数  $r_1(\theta_1)$  および  $r_2(\theta_1)$  を設定しておく。また、歩行者の人数に関する環境パラメータ  $\theta$  (例えば  $\theta_2$ ) の値が小さいときは、歩行者の画像領域同士が重なることが少なくなるので、肩中心度の個別信頼度が大きくなるように、逆に大きいときは、個別信頼度が小さくなるように、個別信頼度関数  $r_4(\theta_2)$  を設定しておく。ある撮影条件に関する環境パラメータ  $\theta$  (例えば  $\theta_3$ ) の値に関わらず半楕円中心度の信頼性が一定であれば、個別信頼度関数  $r_3(\theta_3) = \beta$  ( $\beta$  は定数)、と設定しておく。

【0122】

フローチャートに戻って、後に行う頭部検出の演算のために、肌色信頼度  $R_1$ 、髪色信頼度  $R_2$ 、半楕円中心信頼度  $R_3$ 、および肩中心信頼度  $R_4$  に対して重み付けを行い、重み  $w_1 \sim w_4$  を求めておく (図 30 の #235)。重み  $w_1 \sim w_4$  は、例えば、上の (12) 式で算出された信頼度  $R_1 \sim R_4$  の値を次の (14) 式に代入し正規化することによって求められる。

【0123】

## 【数 1 4】

$$w_i = \frac{R_i}{\sum_{k=1}^4 R_k} \quad (i=1,2,3,4) \quad \cdots \cdots \quad (14)$$

## 【0124】

ステップ#234、#235で算出された信頼度R1～R4および重みw1～w4を信頼度記憶部805に記憶させておく。これにより、人体検出装置1は、ビデオカメラ2の現在の撮影条件に応じた各特徴度の信頼性を学習する(#236)。

## 【0125】

一方、コンディショニング情報取得部801によって得られた新しいコンディショニング情報72と過去に取得されたコンディショニング情報72とを比較した結果(#232)、両者の内容に所定以上の違いがない場合は、ビデオカメラ2の撮影条件に変化がないものと判断し(#233でNo)、信頼度の算出などは行わない。したがって、後に行う頭部の検出処理には、前に学習した信頼度が用いられることになる。

## 【0126】

なお、ステップ#234において信頼度R1～R4を求めるために、変換関数Ψを用いる代わりに、図31に示すような信頼度変換テーブルTL0を用いてもよい。信頼度変換テーブルTL0は、実験の結果または経験則に基づいて作成する。例えば、撮影条件(環境パラメータθ1～θNの各値)を少しずつ変えながら各特徴度プレーン8(図17参照)を生成し、実験者がその出来具合を評価することによってその環境パラメータθ1～θNの各値の組合せに対応する信頼度R1～R4を決め、信頼度変換テーブルTL0を完成させる。信頼度変換テーブルTL0は、データベース804に登録しておく。

## 【0127】

図28に戻って、演算方法決定部803は、頭部中心度プレーン84を生成する際の演算方法を決定する処理を行う。具体的には、信頼度算出部802の処理によって学習した、ビデオカメラ2の現在の撮影条件(撮影環境およびビデオカメラ2の設定など)に応じた信頼度R1～R4の重みw1～w4に基づいて、後に説明する所定の関数を用いて演算を行う、と決定する。決定された内容は、頭部中心度プレーン生成部104に伝えられる。

## 【0128】

図4に戻って、頭部中心度プレーン生成部104は、学習部108の演算方法決定部803が決定した演算方法を用いて、図32に示すような頭部中心度プレーン84を生成するため演算を行う。つまり、頭部中心度プレーン生成部104は、学習部108によって制御されている。

## 【0129】

例えば、下記の(15)式に示す関数と重みw1～w4とを用いて演算するように演算方法決定部803から指示されたとする。すると、頭部中心度プレーン生成部104は、その重みw1～w4および特徴量演算部103によって生成された各特徴度プレーン8の特徴度を(15)式に代入し、各画素の頭部中心度TC(i, j)を算出する。これにより、頭部中心度プレーン84が生成される。

## 【0130】

## 【数 1 5】

$$TC(i, j) = \sum_{k=1}^4 w_k \cdot I_k(i, j) \quad \cdots \cdots \quad (15)$$

## 【0131】

ただし、I1(i, j) = FC(i, j)、I2(i, j) = HC(i, j)、I3(i

,  $j$ ) = SE ( $i$ ,  $j$ )、 $I4$  ( $i$ ,  $j$ ) = SH ( $i$ ,  $j$ )、である。

FC ( $i$ ,  $j$ )、HC ( $i$ ,  $j$ )、SE ( $i$ ,  $j$ )、およびSH ( $i$ ,  $j$ )はそれぞれ肌色度プレーン8FC、髪色度プレーン8HC、半楕円中心度プレーン8SE、および肩中心度プレーン8SHにおける座標 ( $i$ ,  $j$ ) の画素の画素値 (特徴度) である。

#### 【0132】

検出処理部105は、頭部中心度ピーク検出部501、検出結果プレーン生成部502、および計数処理部503などによって構成され、頭部中心度プレーン生成部104で生成された頭部中心度プレーン84に基づいて、画像FG (図5参照) に写っている歩行者HMNの頭部の中心を検出する処理を行う。

#### 【0133】

頭部中心度ピーク検出部501は、検出対象の画像FGに係る頭部中心度プレーン84の中の、歩行者HMNの頭部の中心があると予測される位置を1つまたは複数検出する。検出結果プレーン生成部502は、頭部中心度ピーク検出部501によって検出された位置に基づいて、歩行者HMNの頭部の中心の位置を最終的に決定し、その結果を示す頭部検出結果プレーンTKを生成する。これらの処理は、図33に示すような手順で行われる。

#### 【0134】

まず、頭部中心度プレーン84の各画素の濃度 (頭部中心度) の値に応じて図34に示すような斜影ヒストグラムを求める (図33の#201)。水平方向の斜影ヒストグラムに注目し、座標 (0, 0) から水平方向に向かって順に各画素の値を調べ、閾値HIST\_MIN (例えば、「10」) 以上の度数が連続している範囲を検出する (#202、#203)。何も検出されなかった場合は (#204でNo)、検出対象の画像FGには歩行者が写っていないものとして、この検出処理を終了する。

#### 【0135】

検出された場合は (#204でYes)、検出されたその水平方向の範囲に属する領域の垂直方向の斜影ヒストグラムに注目し、閾値HIST\_MIN以上の度数が連続している範囲を検出する (#206)。

#### 【0136】

連続している範囲が見つからなかった場合は (#207でNo)、ステップ#203に戻って、閾値HIST\_MIN以上の度数が連続している水平方向の範囲がほかにないかどうか調べる。

#### 【0137】

見つかった場合は (#207でYes)、ステップ#203、#206で見つかった範囲の矩形領域KR (例えば、図34の  $x_a \leq x \leq x_b$ ,  $y_a \leq y \leq y_b$  にある矩形領域KR1) に対して、次に説明する頭部抽出処理を行う (#208)。

#### 【0138】

図35に示すように、矩形領域KR (例えば、矩形領域KR1) の中から画素値 (頭部中心度) のピークを検出する (#221)。すると、図36 (a) に示すように、ピークの画素 (以下、「ピーク画素Pk」と記載する。) が3つ検出される。

#### 【0139】

検出されたピーク画素Pkについて、次に挙げる2つの要件を満たしているか否かを判別することによって、頭部の中心を検出する。

(A) ピーク画素Pkの画素値 (頭部中心度) が閾値TH\_MAXを超えていること。

(B) 微調整後のピーク画素Pkを中心とした二乗和算出範囲の二乗和 (最大二乗和) が閾値TH\_SUM2以上になること。

#### 【0140】

上記 (A) の要件を満たすピーク画素Pkまたはその周辺には頭部の中心が存在する可能性があり、満たさないピーク画素Pkおよびその周辺には頭部の中心が存在する可能性はないものと判別する (#222)。係る判別の結果、ピーク画素Pk1は上記 (A) の要件を満たさず (#222でNo)、ピーク画素Pk2、Pk3は上記 (A) の要件を満



たしたとする（＃222でYes）。この場合は、以下、ピーク画素 $P_{k2}$ 、 $P_{k3}$ にのみ注目する。

【0141】

ピーク画素 $P_{k2}$ 、 $P_{k3}$ と検出目標の頭部の中心とがより正確に一致するように、現在のピーク画素 $P_{k2}$ 、 $P_{k3}$ の位置の微調整（微修正）を次のようにして行う（＃223）。

【0142】

まず、図37（a）に示すように、現在のピーク画素 $P_{k2}$ の位置を中心とする横「 $(w/2)+1$ 」個の画素、縦「 $(h/2)+1$ 」個の画素の領域（以下、「探索領域RT」と記載する。）に注目する。探索領域RTの中の各画素について、その画素が図37（b）に示す二乗和算出範囲NRの中心になるようにし、その二乗和算出範囲NRの中の画素値の二乗和を算出する。そして、算出した二乗和が最大となったときの二乗和算出範囲NRの中心の画素を、新たなピーク画素 $P_{k2}$ とする。これにより、ピーク画素 $P_k$ の微調整が完了する。ピーク画素 $P_{k3}$ についても同様に微調整を行う。

【0143】

図35および図36に戻って、微調整後のピーク画素 $P_{k2}$ 、 $P_{k3}$ についてのそれぞれの二乗和が閾値 $TH\_SUM2$ 以上になるか否かを判別する（図35の＃224）。つまり、上記（B）の要件を満たすか否かを判別する。係る判別の結果、ピーク画素 $P_{k2}$ は上記（B）の要件を満たすが（＃224でYes）、ピーク画素 $P_{k3}$ は上記（B）の要件を満たさなかったとする（＃224でNo）。

【0144】

この場合は、ピーク画素 $P_{k2}$ を頭部の中心とみなし、ピーク画素 $P_{k2}$ およびその周囲の画素を含む領域TR1を図36（b）に示すように矩形領域KR1から抜き出す（＃225）。そして、その抜き出した矩形領域KR1を、頭部検出結果プレーンTKとして結果プレーン記憶部1M4に記憶させておきまたは表示装置1f（図3参照）などに出力する。この頭部検出結果プレーンTKが、頭部の中心の位置の最終的な検出結果である。矩形領域KR1において、領域TR1が抜き出された部分の画素値は、他の検出に影響を与えないようにするために、すべて消去（クリア）しておく（＃226）。

【0145】

一方、ピーク画素 $P_{k3}$ およびその周辺の画素は頭部ではないものとみなし、他の検出に影響を与えないようにするために、ピーク画素 $P_{k2}$ およびその周囲の画素を含む領域TR2を図36（d）に示すように消去（クリア）する（＃227）。

【0146】

なお、図36の領域TR1、TR2のサイズおよび検出目標の頭部のサイズは、図38に示すようなテンプレートによって定められている。

【0147】

そして、図33に戻って、ステップ＃203、＃206の検出処理を繰り返し、ほかに図34に示すような矩形領域KRがないかどうか調べる。ある場合は、その矩形領域KRに対して、上に説明した図35および図36の処理を行う（＃208）。

【0148】

図4に戻って、計数処理部503は、検出結果プレーン生成部502によって生成された頭部検出結果プレーンTKの個数つまり画像FGから検出された歩行者HMNの人数を計数する。

【0149】

頭部画像表示部171は、頭部検出結果プレーンTKに示される頭部の中心位置に基づいて、画像FGより歩行者HMNの頭部の領域を抽出して拡大し、これを拡大画像として表示装置1f（図3参照）に表示する。これにより、監視員は、歩行者HMNを容易に特定することができる。また、頭部画像保存部172は、歩行者HMNの頭部の拡大画像を磁気記憶装置1dまたは外部の記録媒体（DVD-ROM、MO、CD-Rなど）に保存（録画）する。その他、頭部の拡大画像を用紙に印刷しまたは他のコンピュータなどにデ

ータ転送することによって出力することができる。

【0150】

〔頭部中心度の算出の変形例〕

図39は演算方法決定処理の流れの変形例を説明するフローチャート、図40は演算方法選択用テーブルTL1の例を示す図である。

【0151】

上に述べた実施形態では、頭部中心度プレーン84の各画素の頭部中心度を、各特徴度プレーン8の信頼度にそれぞれの重みwを掛け、それを加算することによって算出したが（（15）式参照）、例えば、複数の演算方法を用意しておき、図39に示すような手順でいずれかの演算方法を選択するようにしてもよい。

【0152】

まず、次の（16）式のように定義される関数を図28のデータベース804に予め複数用意しておく（#240）。

$TC(i, j)$

$$= \chi_m(I_1, I_2, I_3, I_4, w_1, w_2, w_3, w_4) \quad \cdots \quad (16)$$

ただし、 $0 \leq m \leq$  用意した関数の個数、である。

【0153】

前に図30で説明した手順と同じように、撮影環境の変化が検出された場合に、各特徴度プレーン8の新たな信頼度R1～R4を算出する（#241～#244）。

【0154】

最新の信頼度R1～R4に基づいて、いずれか1つの演算方法を選択する（#245）。例えば、演算方法を選択するための関数、 $m = f(R_1, R_2, R_3, R_4)$ 、を用意しておき、これに基づいて選択してもよい。または、図40に示すように、演算方法選択用テーブルTL1をデータベース804に予め用意しておき、これに基づいて選択してもよい。

【0155】

例えば、選択した演算が相乗平均の場合は、（14）式に基づいて重みw1～w4を算出する（#246）。ついで、（17）式に基づいて、各画素の頭部中心度 $TC(i, j)$ を算出する。つまり、重みw1～w4を信頼度R1～R4の相加平均とする。

【0156】

【数16】

$$TC(i, j) = \prod_{k=1}^4 I_k^{w_k}(i, j) \quad \cdots \cdots \quad (17)$$

【0157】

演算方法によっては、重みwの算出方法を複数用意しておき、信頼度R1～R4に基づいていずれかを選択して重みwを算出するようにしてもよい。

【0158】

選択または算出された関数、信頼度R1～R4、および重みw1～w4を信頼度記憶部805に記憶させておく。これにより、人体検出装置1は、ビデオカメラ2の現在の撮影条件に応じた各特徴度プレーン8の演算方法を学習する（#247）。

【0159】

そして、図4の検出処理部105は、以上のようにして選択（決定）された演算方法を用いて頭部中心度プレーン84（図32参照）を生成する。

【0160】

図41は人体検出装置1の全体の処理の流れの例を説明するフローチャートである。次に、ビデオカメラ2で撮影される画像から歩行者を検出する際の人体検出装置1の処理の流れを、フローチャートを参照して説明する。

【0161】

人体検出装置 1 は、ビデオカメラ 2 によって撮影された、ある時刻における画像 F G ( フレーム画像 ) を入力すると ( 図 4 1 の # 1 ) 、色空間の変換処理 ( 図 6 参照 ) 、切出縮小画像 G S の生成処理 ( 図 9 参照 ) 、および論理積プレーン A N の生成処理 ( 図 1 5 参照 ) などの前処理を行う ( # 2 ) 。

#### 【 0 1 6 2 】

図 1 7 に示すような肌色度プレーン 8 F C 、髪色度プレーン 8 H C 、半楕円中心度プレーン 8 S E 、および肩中心度プレーン 8 S H を生成する ( # 3 ~ # 6 ) 。これらの特徴度プレーン 8 の生成方法は、前に図 1 9 、図 2 0 、および図 2 1 など で説明した通りである。生成されたこれらの特徴度プレーン 8 は、特徴度プレーン記憶部 1 M 1 に記憶させておく ( # 7 ) 。

#### 【 0 1 6 3 】

頭部中心度を算出するための演算方法を決定するための処理を行い ( # 8 ) 、決定した演算方法で頭部中心度プレーン 8 4 ( 図 3 2 参照 ) を生成する ( # 9 ) 。決定するための処理は、前に説明した図 3 0 または図 3 9 に示すいずれかの手順により行われる。

#### 【 0 1 6 4 】

生成された頭部中心度プレーン 8 4 に基づいて、検出目標である歩行者の頭部の位置および中心を検出し ( # 1 0 ) 、図 3 6 ( b ) のような最終的な検出結果を示す頭部検出結果プレーン T K を生成する。そして、これに基づいて、ステップ # 1 で入力された画像 F G より歩行者 H M N の頭部の領域を抽出して拡大し、これを拡大画像として表示装置 1 f ( 図 3 参照 ) または外部装置などに出力する ( # 1 1 ) 。

#### 【 0 1 6 5 】

ステップ # 1 ~ # 1 1 の処理は、ビデオカメラ 2 で撮影が行われている間、繰り返し行う ( # 1 2 で N o ) 。なお、ステップ # 8 の演算方法決定処理は、毎回行う必要はなく、所定のタイミングで行えばよい。例えば、オペレータが設定した時間ごとに 1 回行うようにする。または、特定の種類のコンディション情報 7 2 が得られた入力されたときに行うようにする。演算方法決定処理を行わなかった場合は、前に学習した演算方法を用いて頭部中心度プレーン 8 4 の生成を行う。

#### 【 0 1 6 6 】

本実施形態によると、ビデオカメラ 2 によって撮影された現在または過去の画像 ( フレーム ) より検知される撮影条件またはセンサ 3 によって検知される撮影条件に基づいて複数の特徴度を算出し、これらの特徴度の用い方を撮影条件に合うように調整する演算方法を学習する。そして、学習した演算方法によって歩行者の頭部の中心の検出を行う。したがって、目標物の検出を行う際に撮影環境などに変化が生じて、処理速度の低下を抑えつつその目標物の検出を正確に行うことができる。

#### 【 0 1 6 7 】

例えば、歩行者の人数が通常よりも多くなった場合には、オクルージョンが発生し歩行者の肩の輪郭が撮影画像 ( フレーム ) に表れにくくなるので肩中心度 ( 図 1 7 参照 ) の信頼性が落ちるが、他の 3 つの特徴度に大きな重みを持たせてこれを補うことによって歩行者を上手く検出することができる。この際に、これらの 4 種類の特徴度以外の特徴度の追加検出は行わないので、処理速度を低下させることなく歩行者を検出することができる。同様に、照明や背景 ( 床や壁 ) の状況によって肌色または髪色が上手く検出できない場合には、肌色度または髪色度の信頼性が落ちるが、他の特徴度に大きな重みを持たせることによって、処理速度の低下を抑えつつ歩行者の検出を正確に行うことができる。

#### 【 0 1 6 8 】

図 4 2 は前のフレームの頭部検出結果プレーン T K を使用して頭部中心の検出を行う方法の例を示す図である。

#### 【 0 1 6 9 】

本実施形態では、各画像または各プレーンを構成する各画素に対する処理を、水平方向を主走査方向とするような順番で行ったが、垂直方向を主走査方向とするような順番で行ってもよい。または、右下隅の画素から順に処理を行うなど、処理の順序は適宜変更可能

である。

#### 【0170】

本実施形態では、特徴度として肌色度、髪色度、半楕円中心度、および肩中心度の4種類の特徴度を求め、これらの特徴度に基づいて人の頭部の中心の検出を行ったが、これ以外の種類の特徴度などを組み合わせて検出を行ってもよい。例えば、オプティカルフロー、眼または口などの部位の形状をしたテンプレートとのマッチングの度合い、背景差分を用いた検出方法による検出結果、またはテクスチャを用いた検出方法による検出結果などに基づいて人の頭部の中心の検出を行ってもよい。

#### 【0171】

(1)～(17)式において使用した係数、定数、閾値、または関数などは、監視システム100を使用する目的、ビデオカメラ2の設置場所の環境またはスペック、または他の様々な条件に応じて適宜変更可能である。また、特徴度プレーン8の組合せまたは生成の順序もこれらの条件に応じて適宜変更可能である。

#### 【0172】

本実施形態では、図5の画像FGから歩行者HMNの頭部の中心を検出する際に、この画像FGを縮小し、その縮小画像(図8の切出縮小画像GS)を用いたが、この画像FGを縮小せずにそのまま用いてもよい。肌色度および髪色度を、YUV空間値に基づいて求めたが、RGB空間など他の色空間の値に基づいて求めてもよい。

#### 【0173】

本実施形態では、(12)式に示すように、撮影条件(環境パラメータ $\theta$ )ごとに個別信頼度を算出し、これらの個別信頼度を合計することによって、信頼度 $R_1 \sim R_4$ を求めた。しかし、複数の撮影条件が関連し合って信頼度に影響を及ぼす場合がある。そこで、次の(18)式のような関数を定義し、これに基づいて信頼度 $R_1 \sim R_4$ を求めるようにしてもよい。

$$R_i = f_i(\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_N) \quad \dots \quad (18)$$

ただし、 $i = 1, 2, 3, 4$

頭部検出結果プレーンTKを生成する際に、直前のフレームにおける検出結果である頭部検出結果プレーンTKpを使用し、検出精度を高めるようにしてもよい。なぜなら、直前のフレームの頭部検出結果プレーンTKpを示される頭部の中心の位置と今回検出すべき頭部の中心の位置とは、歩行者の動きによって多少のずれはあるものの、ほぼ一致するはずだからである。例えば、図42に示すような手順で頭部検出結果プレーンTKpを使用する。

#### 【0174】

今回のフレームに係る頭部中心度プレーン84と前のフレームに係る頭部検出結果プレーンTKpとの互いに対応する画素の画素値を平均を求めることによって、頭部中心度プレーン84'を生成する。そして、検出処理部105は、その頭部中心度プレーン84'に基づいて、前に説明した図33および図35などの処理を行い、頭部検出結果プレーンTKを生成する。なお、生成された頭部検出結果プレーンTKは、次のフレームの頭部検出結果プレーンTKを生成するために、結果プレーン記憶部1M4に保存しておく。

#### 【0175】

コンディション情報72として、前のフレームに係る頭部検出結果やオペレータによる頭部検出に関する評価(オペレータが画像を見て頭部を指示した結果および装置による判定結果が正しいか否かの評価など)などを用いてもよい。

#### 【0176】

本発明に係る人体検出装置1を使用して、人以外の物体の検出を行うことも可能である。例えば、動物の身体を検出、直方体の検出、または自動車やオートバイなどのナンバープレートの検出に応用することも可能である。

#### 【0177】

その他、監視システム100、人体検出装置1、ビデオカメラ2の全体または各部の構

成、特徴度プレーン 8 の生成方法、中心度の算出方法、処理内容、処理順序などは、本発明の趣旨に沿って適宜変更することができる。

【産業上の利用可能性】

【0178】

本発明によると、撮影条件に変化や不具合が生じても、処理速度を落とすことなく目標物を検出することができる。よって、本発明は、特に、撮影条件が変化しやすい施設における歩行者または侵入者の検出のために好適に用いられる。

【図面の簡単な説明】

【0179】

- 【図 1】 監視システムの全体的な構成の例を示す図である。
- 【図 2】 ビデオカメラの位置姿勢および撮影状況の例を示す図である。
- 【図 3】 人体検出装置のハードウェア構成の例を示す図である。
- 【図 4】 人体検出装置の機能的構成の例を示す図である。
- 【図 5】 ビデオカメラで撮影された画像の例を示す図である。
- 【図 6】 色空間変換処理の流れの例を説明するフローチャートである。
- 【図 7】 切出画像の生成方法の例を説明する図である。
- 【図 8】 切出縮小画像の生成方法の例を説明する図である。
- 【図 9】 画像縮小処理の流れの例を説明するフローチャートである。
- 【図 10】 時間差分プレーンの生成方法の例を示す図である。
- 【図 11】 時間差分検出処理の流れの例を説明するフローチャートである。
- 【図 12】 空間差分プレーンの生成方法の例を示す図である。
- 【図 13】 空間差分検出処理の流れの例を説明するフローチャートである。
- 【図 14】 論理積プレーンの生成方法の例を示す図である。
- 【図 15】 論理積画像生成処理の流れの例を説明するフローチャートである。
- 【図 16】 論理積プレーンの例を示す図である。
- 【図 17】 4 種類の特徴度プレーンの例を示す図である。
- 【図 18】 肌色度と Y U V 空間の画素値の U 成分の値および V 成分の値との関係を示す図である。
- 【図 19】 肌色度プレーン生成処理の流れの例を説明するフローチャートである。
- 【図 20】 髪色度プレーン生成処理の流れの例を説明するフローチャートである。
- 【図 21】 オフセット補正について説明する図である。
- 【図 22】 髪色度と Y U V 空間の画素値の U 成分の値および V 成分の値との関係を示す図である。
- 【図 23】 テンプレートの例を示す図である。
- 【図 24】 テンプレートの作成方法の例を示す図である。
- 【図 25】 中心度プレーン算出処理の流れの例を説明するフローチャートである。
- 【図 26】 投票処理の流れの例を説明するフローチャートである。
- 【図 27】 テンプレートによるテンプレートマッチングの方法の例を説明する図である。
- 【図 28】 学習部の構成の例を示す図である。
- 【図 29】 種々の撮影条件の変化とそれに伴う現象および影響との関係の例を説明する図である。
- 【図 30】 演算方法決定処理の流れの例を説明するフローチャートである。
- 【図 31】 信頼度変換テーブルの例を示す図である。
- 【図 32】 頭部中心度プレーンの例を示す図である。
- 【図 33】 頭部中心検出処理の処理の流れの例を説明するフローチャートである。
- 【図 34】 矩形領域の抽出の例を示す図である。
- 【図 35】 頭部抽出処理の流れの例を説明するフローチャートである。
- 【図 36】 頭部検出結果プレーンの生成方法の例を説明する図である。
- 【図 37】 探索領域および二乗和算出範囲の例を示す図である。

【図 3 8】 矩形領域から抜き出されまたはクリアされる対象となる領域の形状およびサイズの例を説明する図である。

【図 3 9】 演算方法決定処理の流れの変形例を説明するフローチャートである。

【図 4 0】 演算方法選択用テーブルの例を示す図である。

【図 4 1】 人体検出装置の全体の処理の流れの例を説明するフローチャートである。

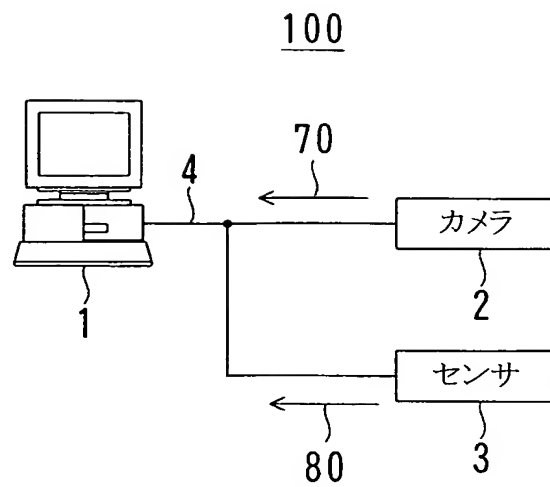
【図 4 2】 前のフレームの頭部検出結果プレーンを使用して頭部中心の検出を行う方法の例を示す図である。

【符号の説明】

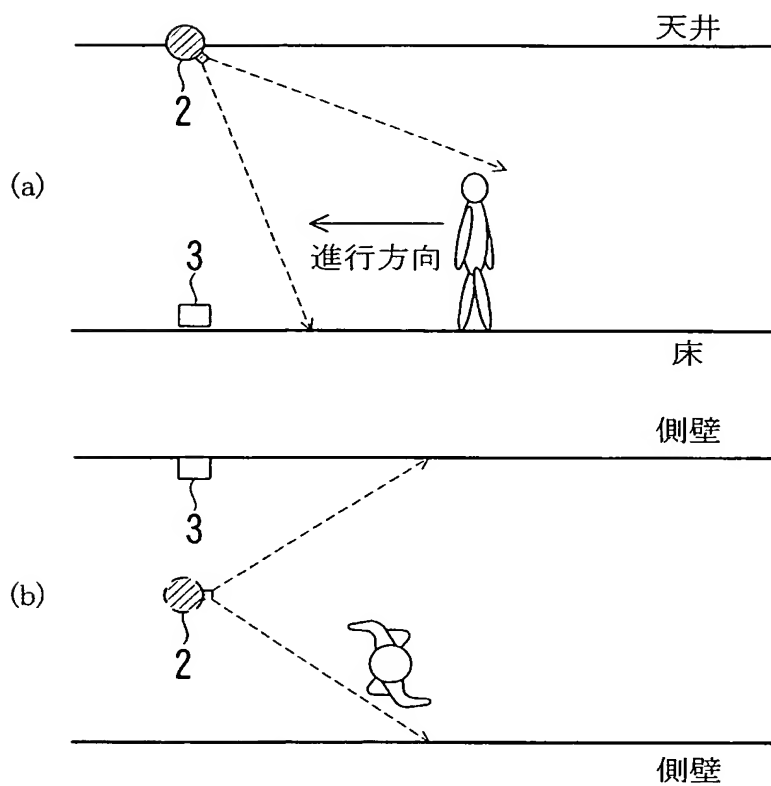
【 0 1 8 0 】

- 1 人体検出装置（物体検出装置）
- 2 ビデオカメラ（カメラ）
- 1 0 1 画像入力部（画像入力手段）
- 1 0 5 検出処理部（物体検出手段）
- 3 0 1 肌色度プレーン生成部（特徴検出手段）
- 3 0 2 半楕円中心度プレーン生成部（特徴検出手段）
- 3 0 3 髪色度プレーン生成部（特徴検出手段）
- 3 0 4 肩中心度プレーン生成部（特徴検出手段）
- 8 0 1 コンディション情報取得部（撮影条件取得手段）
- 8 0 2 信頼度算出部（信頼性算出手段）
- 8 0 3 演算方法決定部（演算方法決定手段）
- 8 0 5 信頼度記憶部（信頼性記憶手段）
- F G 画像（撮影画像）
- H M N 歩行者（物体）

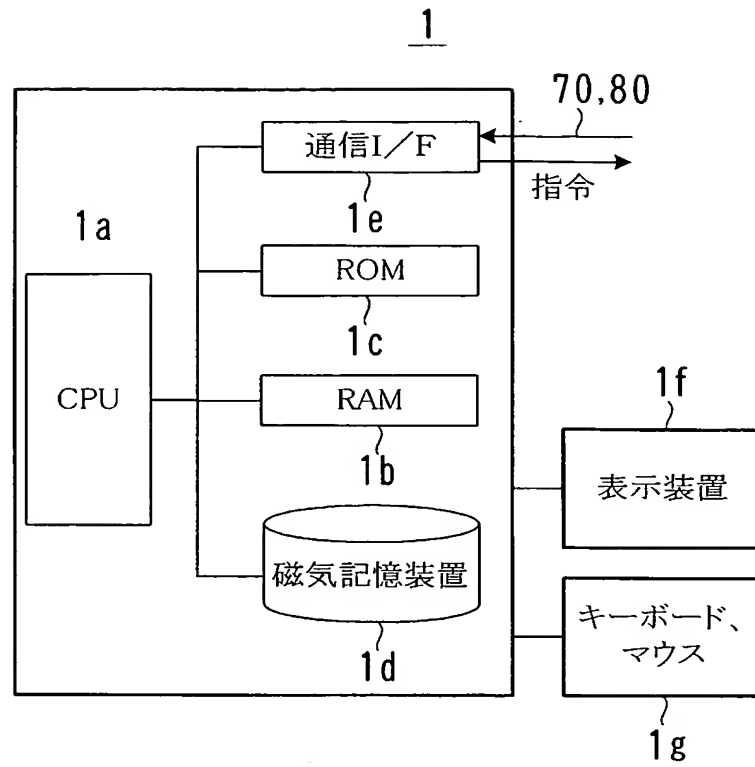
【書類名】 図面  
【図 1】



【図 2】

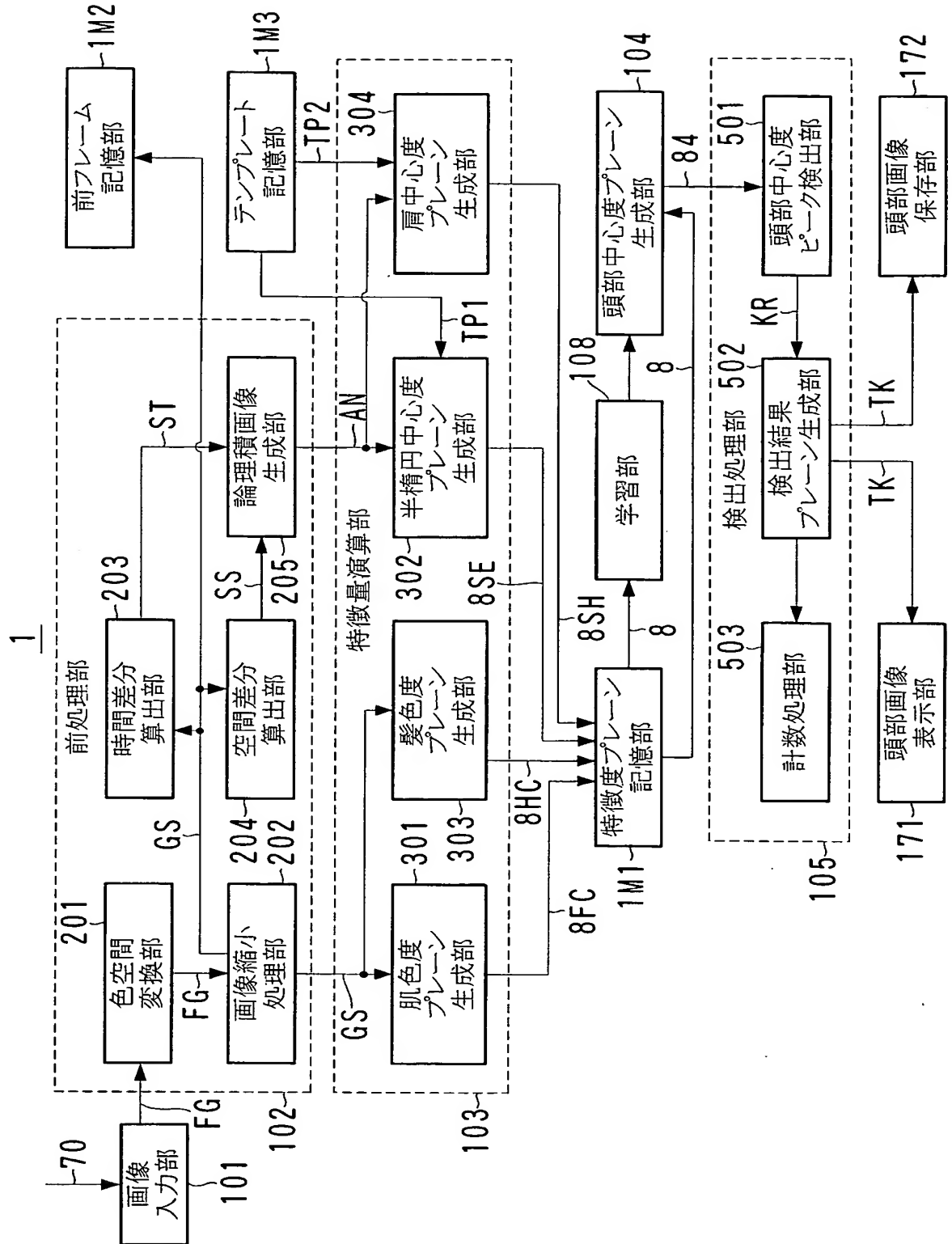


【図 3】

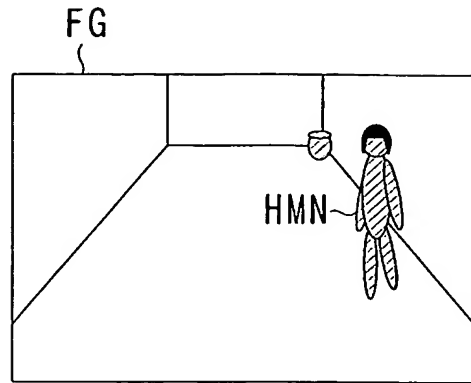




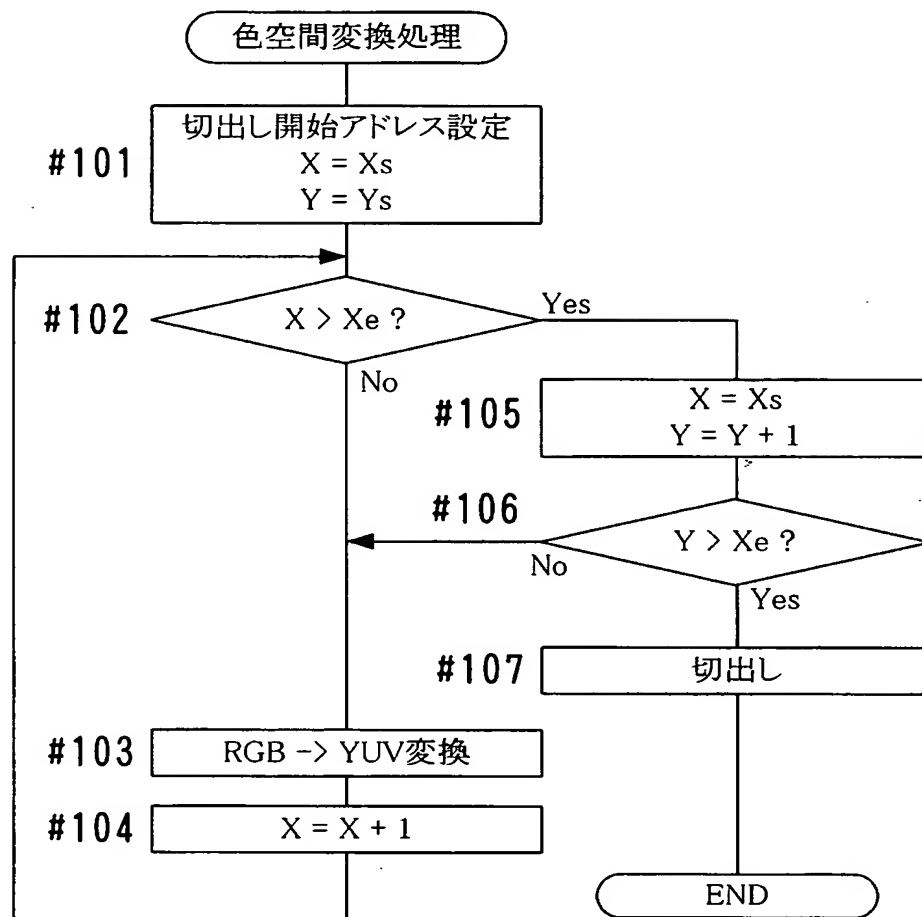
【図 4】



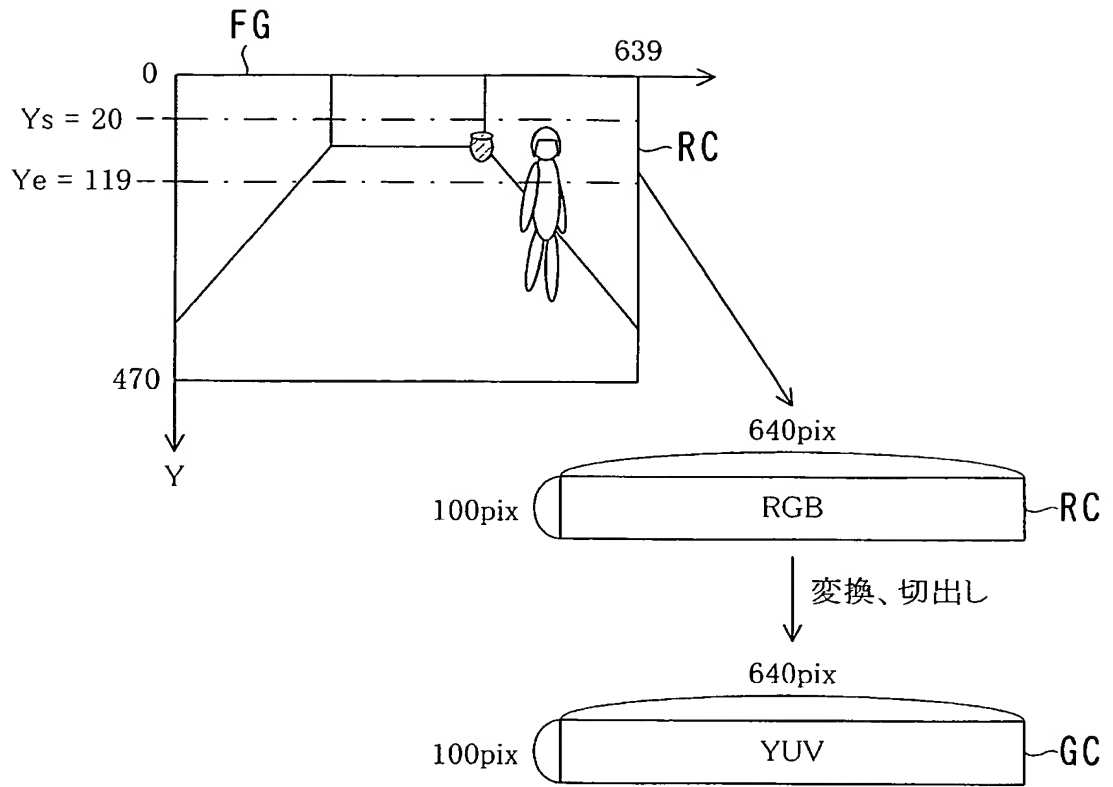
【図 5】



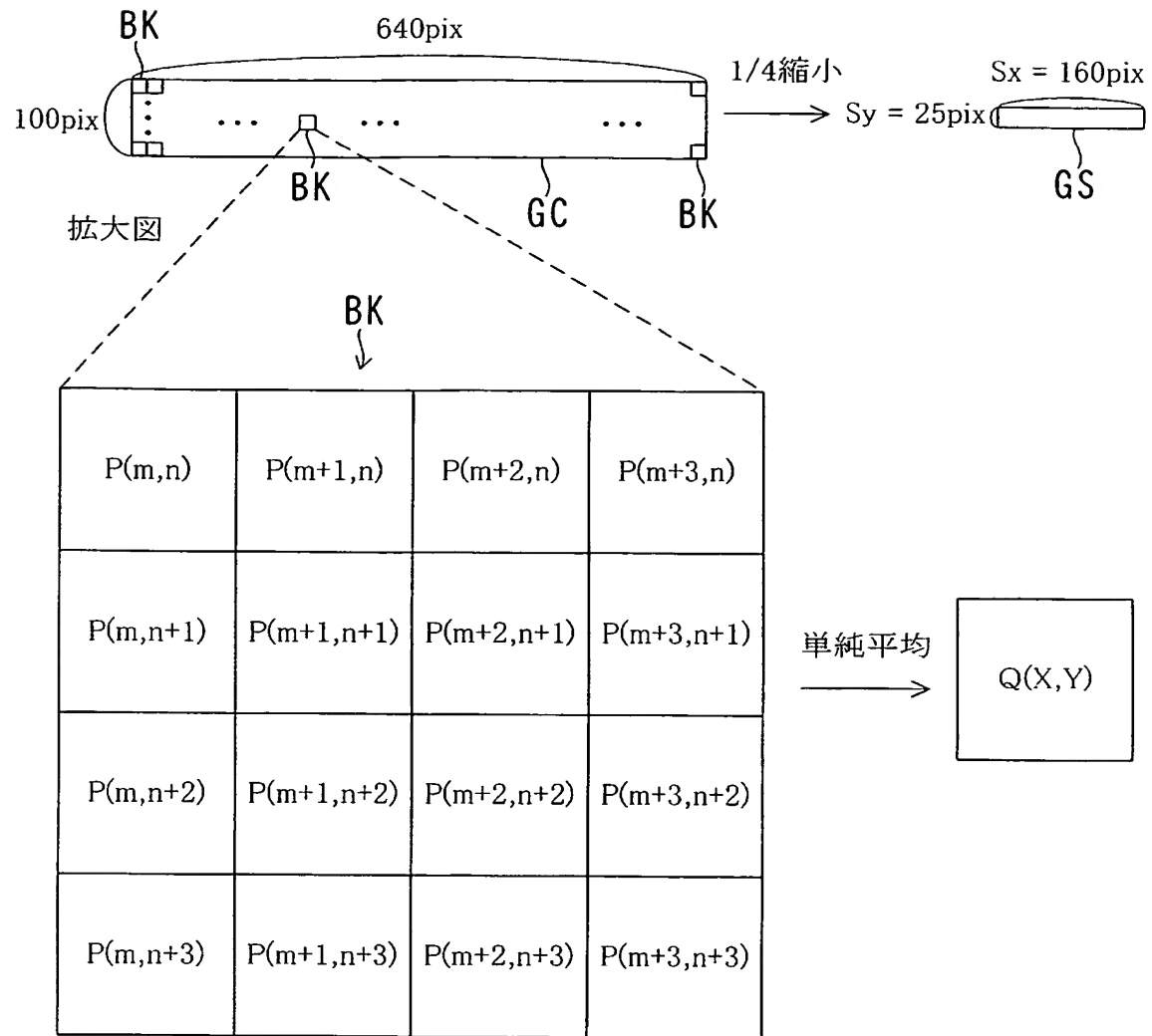
【図 6】



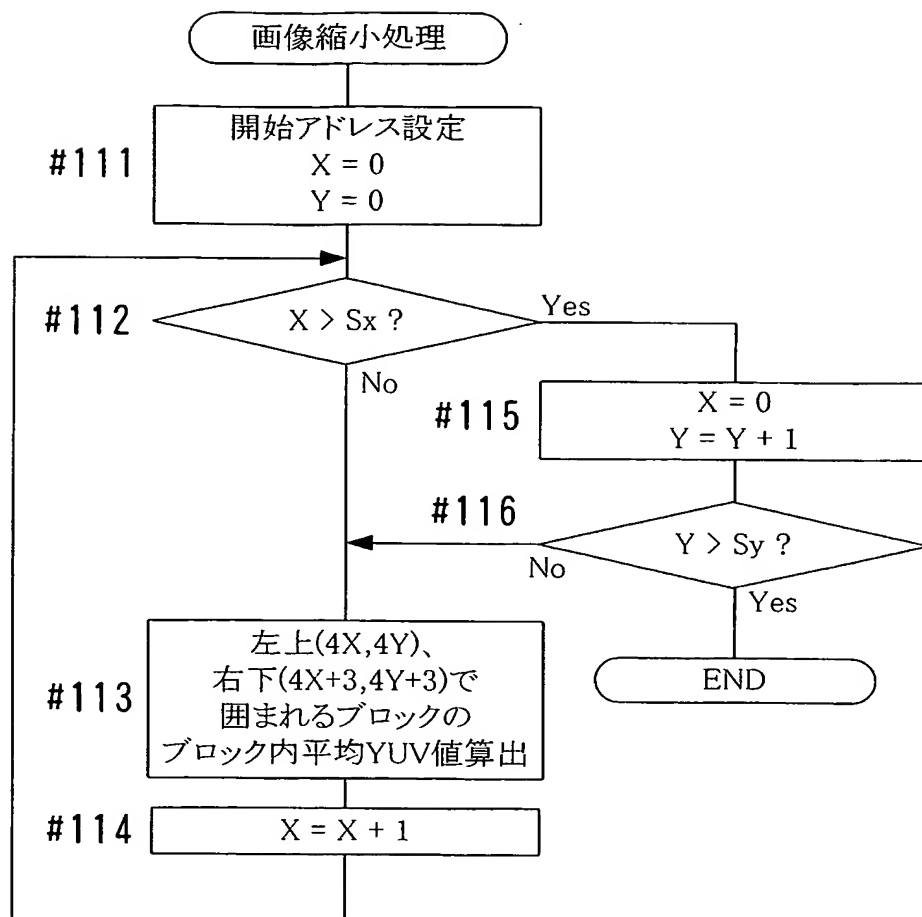
【図 7】



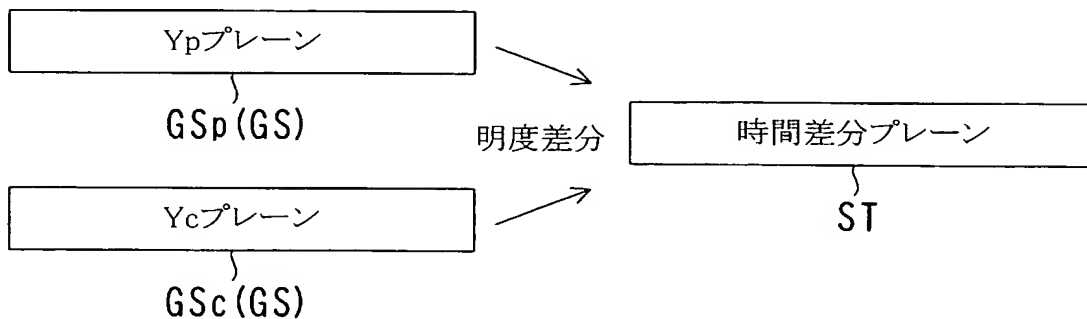
【図 8】



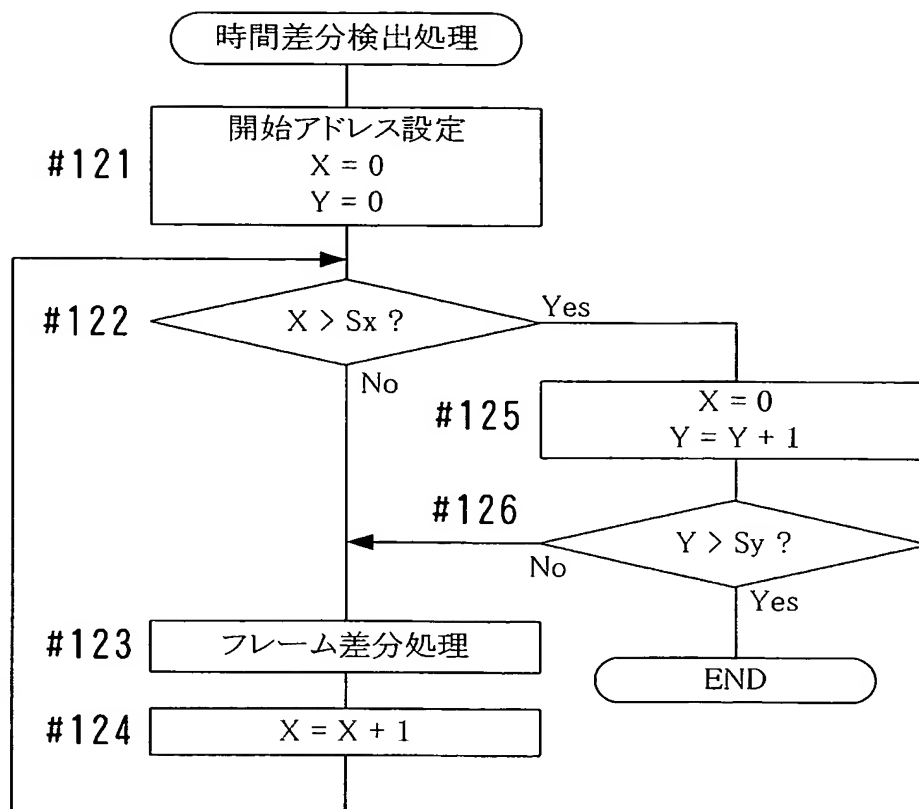
【図 9】



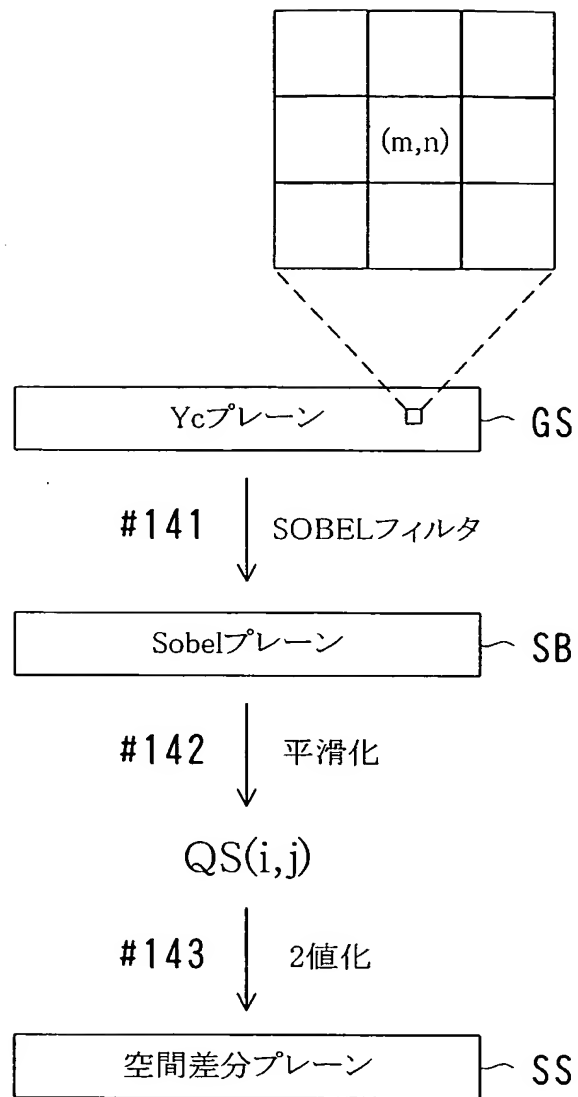
【図 10】



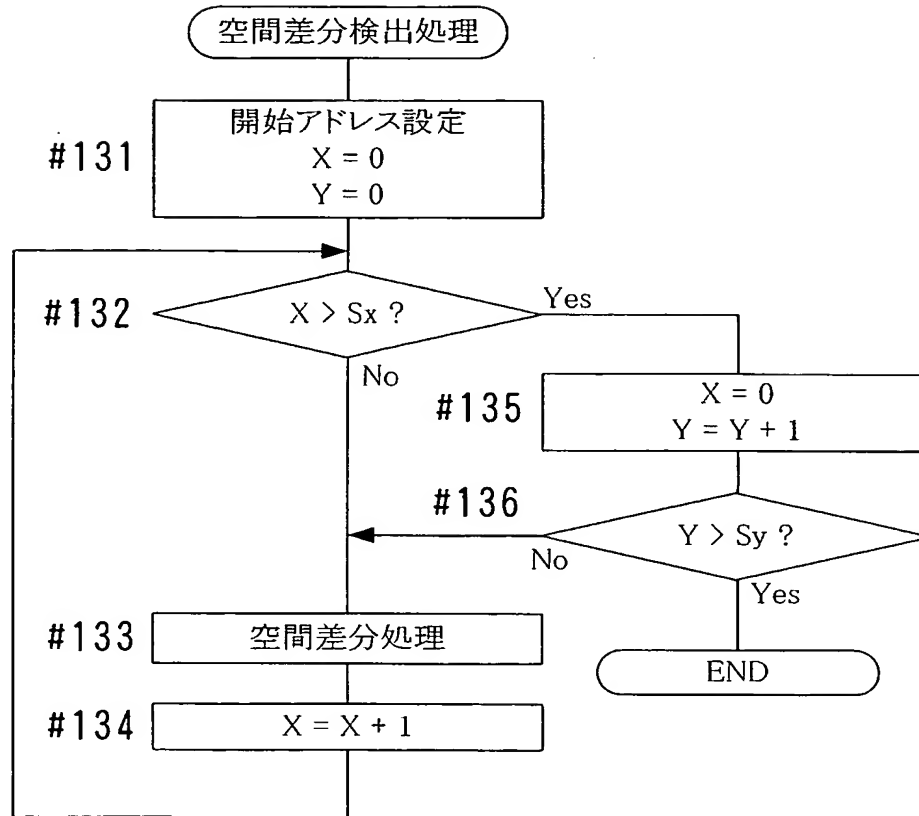
【図 11】



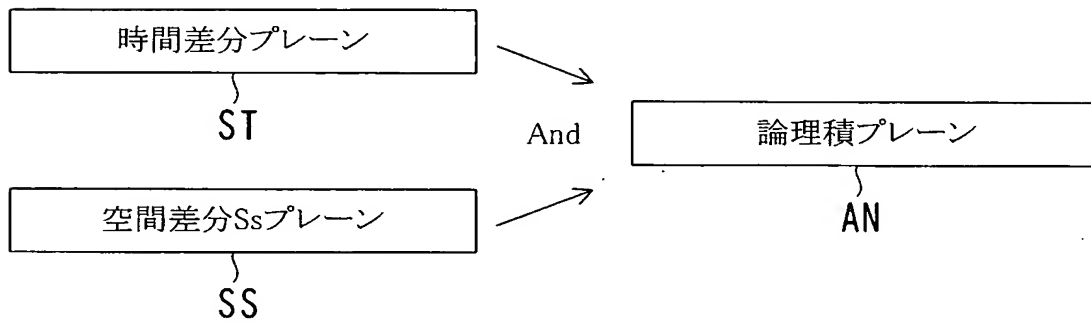
【図 12】



【図 1 3】

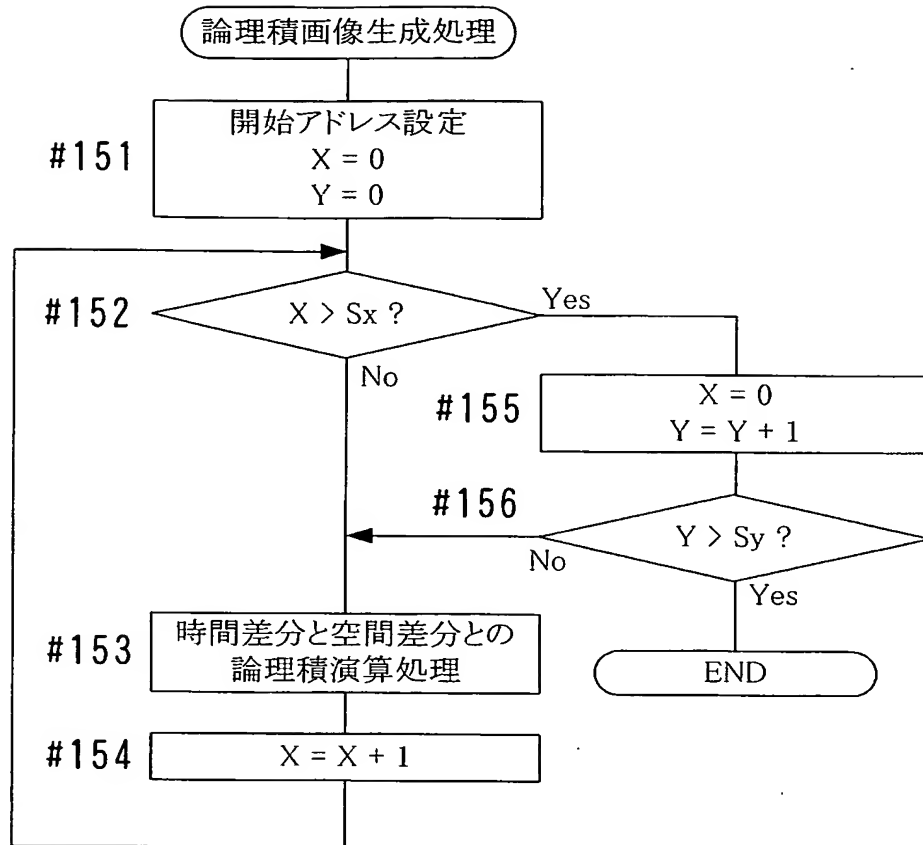


【図 1 4】

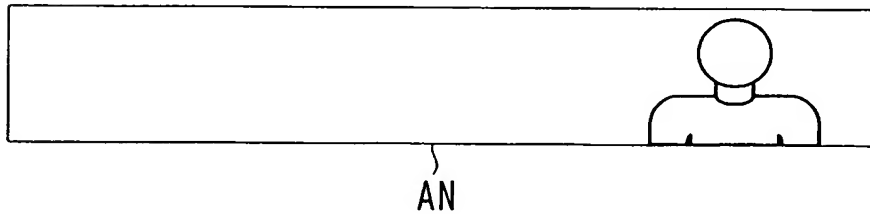




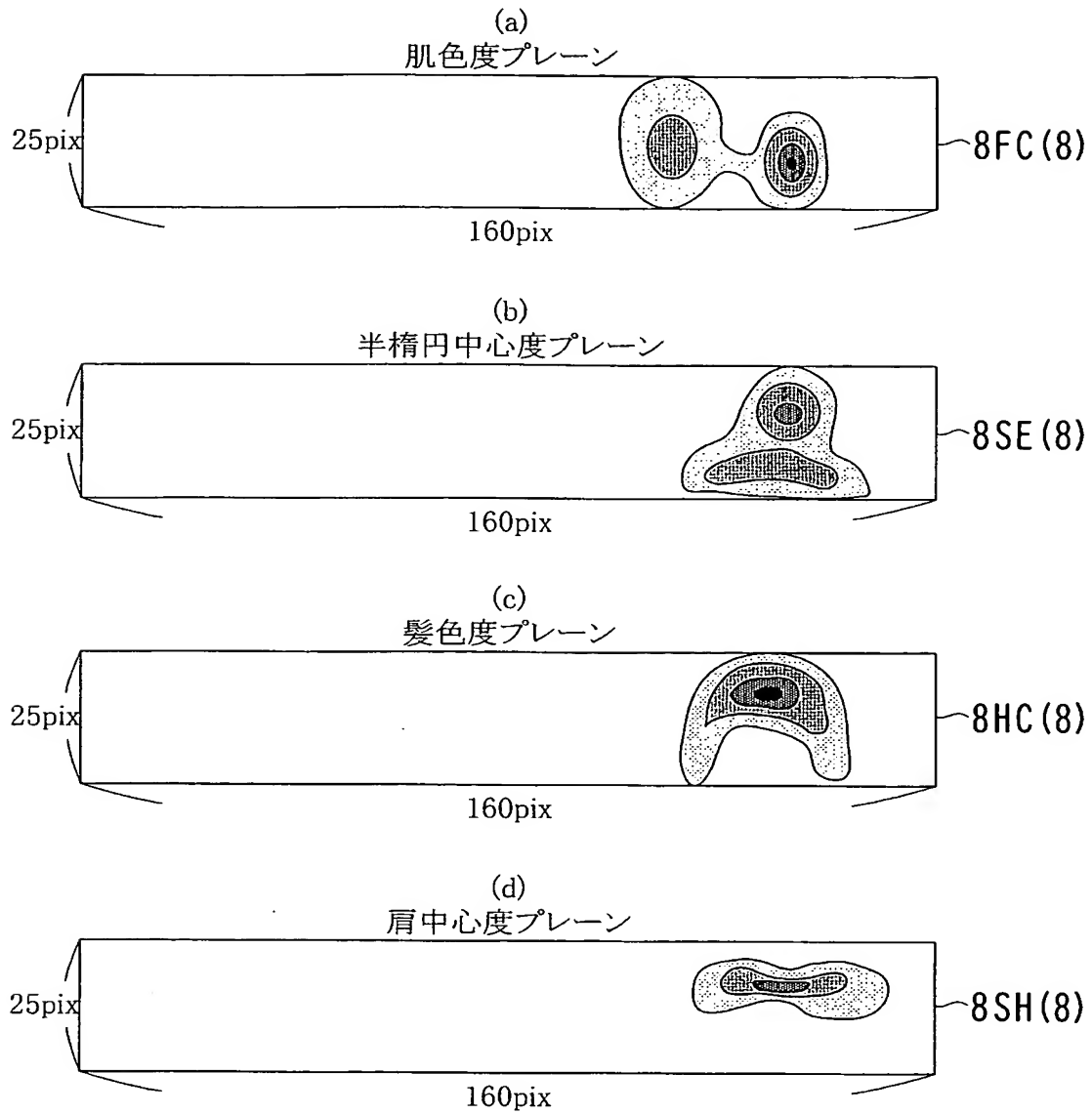
【図 15】



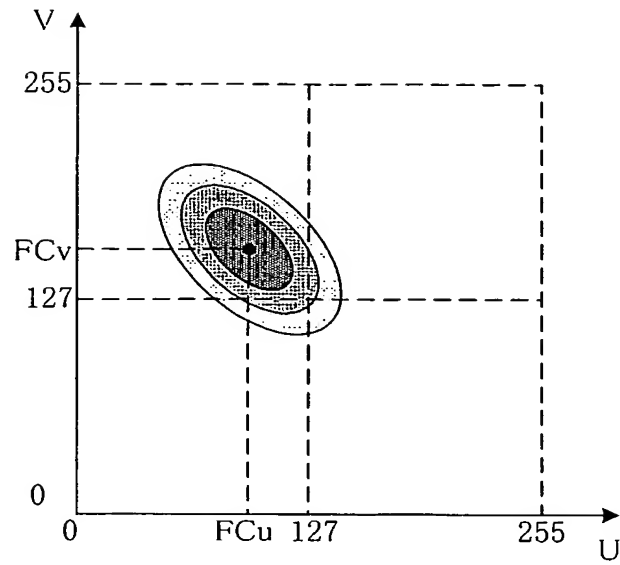
【図 16】



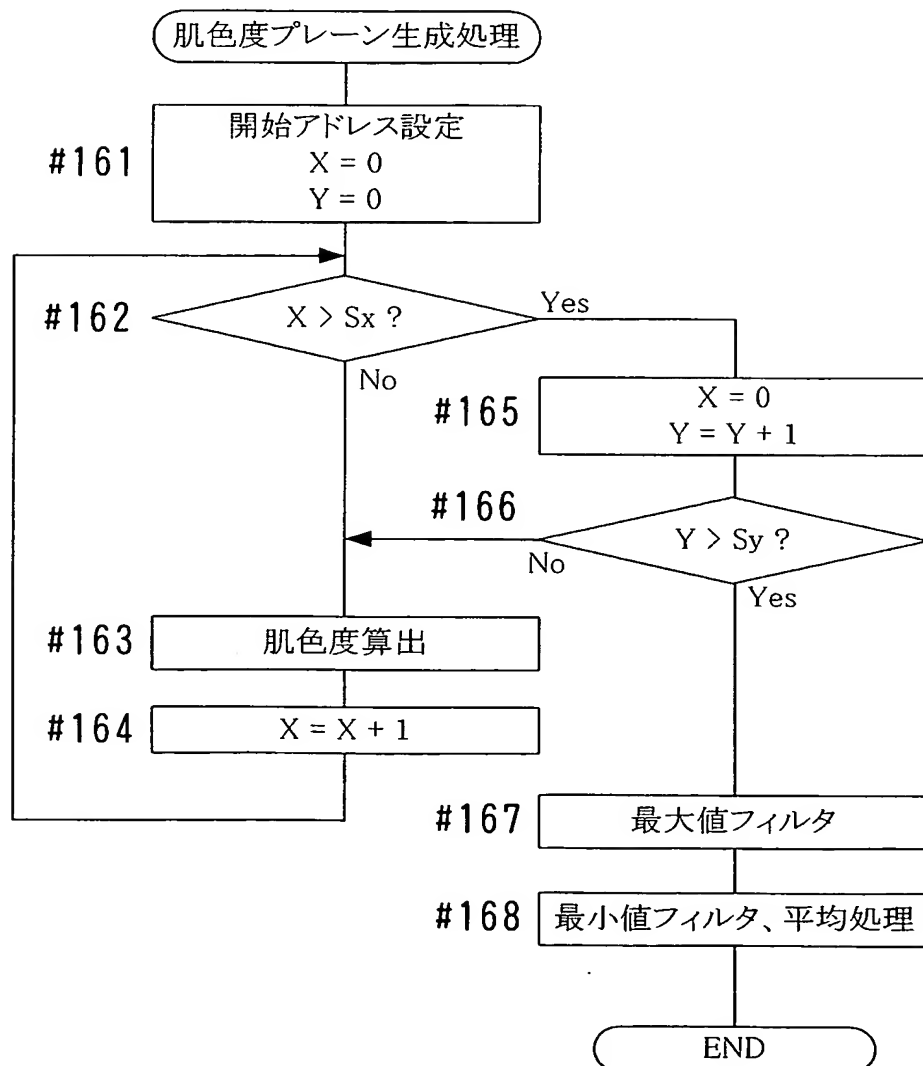
【図 17】



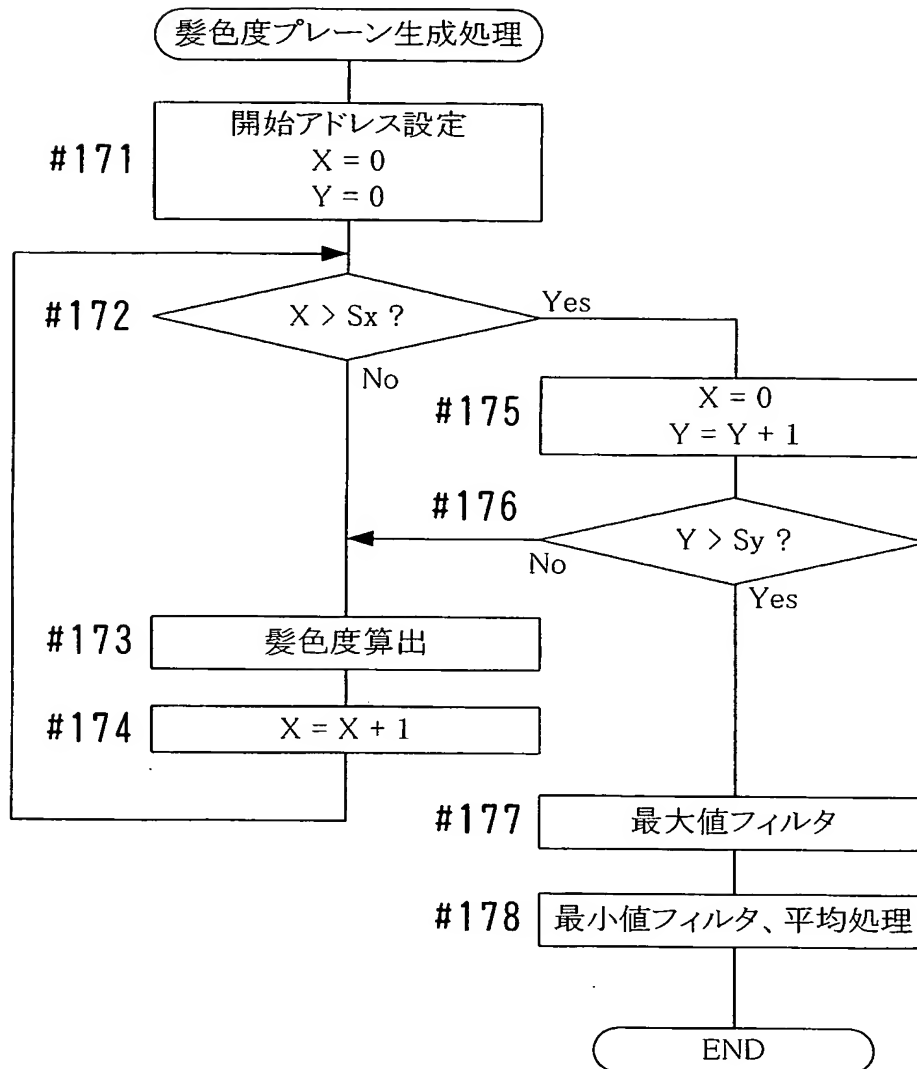
【図 18】



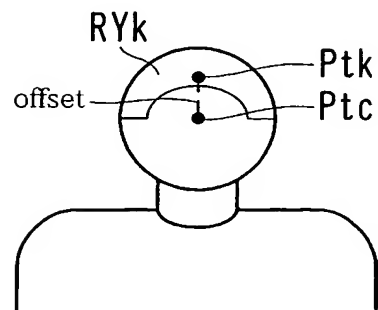
【図 19】



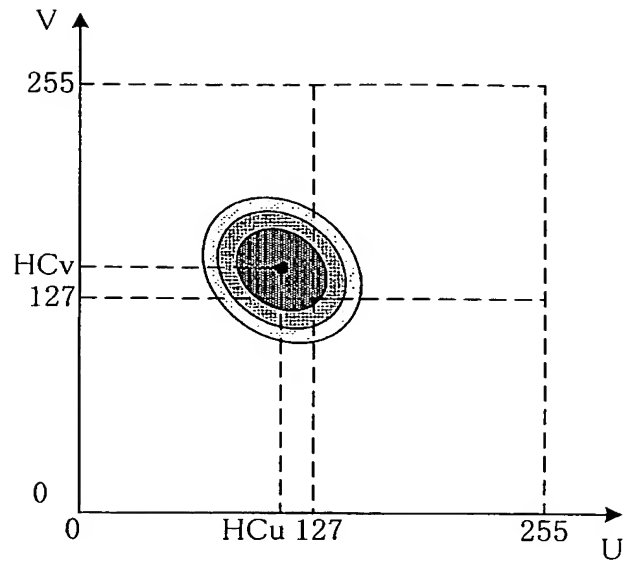
【図 20】



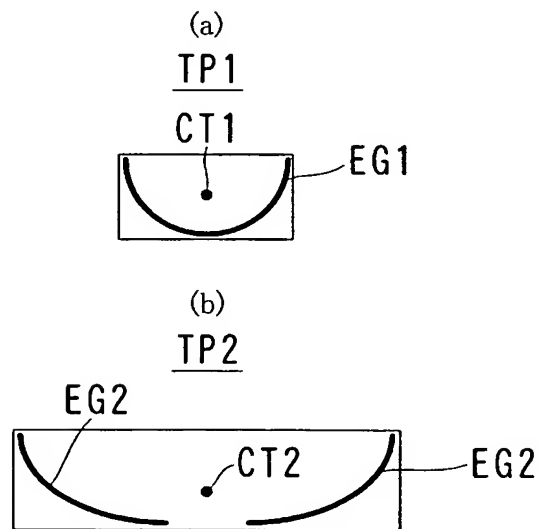
【図 21】



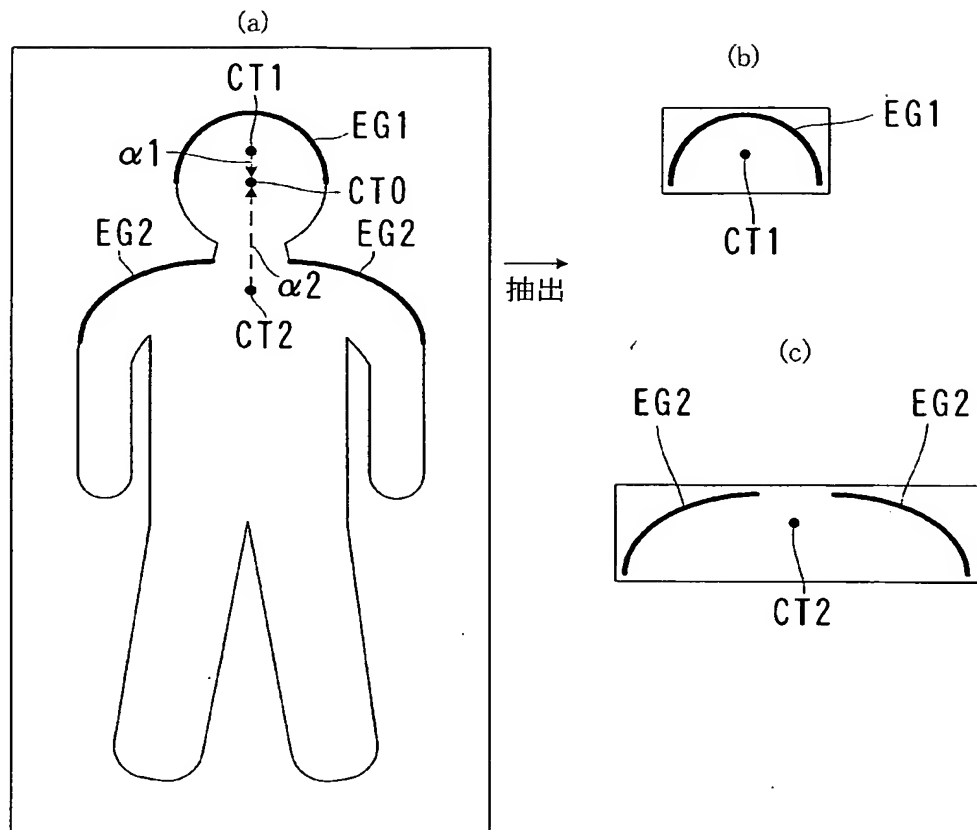
【図 22】



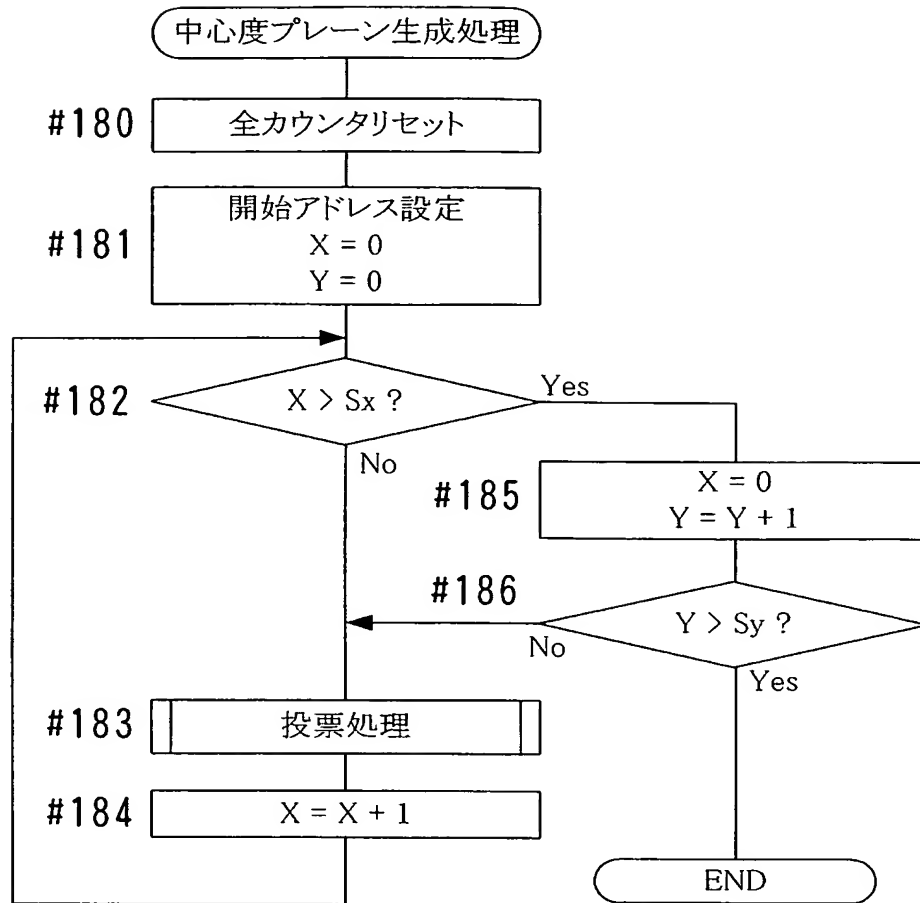
【図 23】



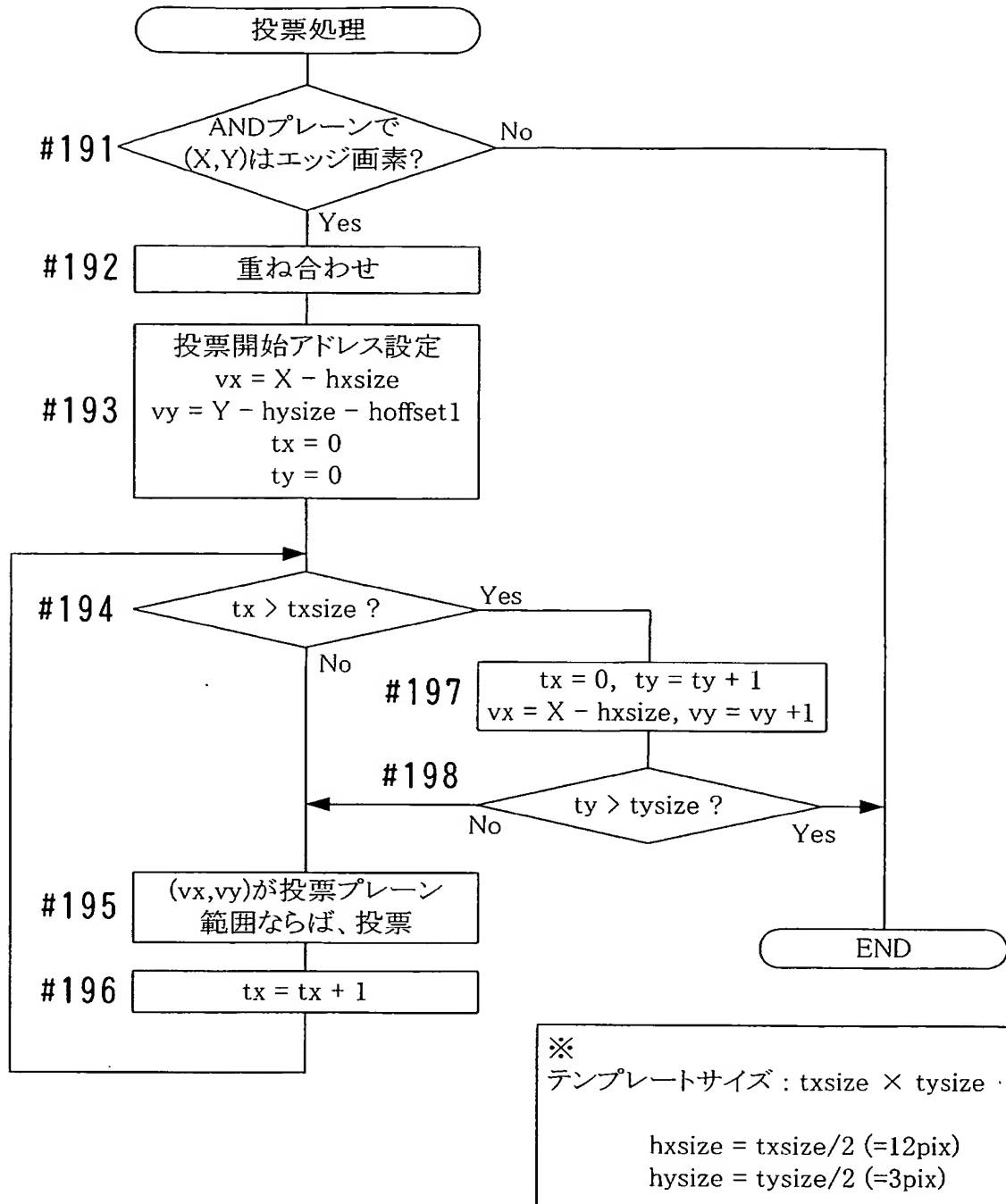
【図 24】



【図 25】

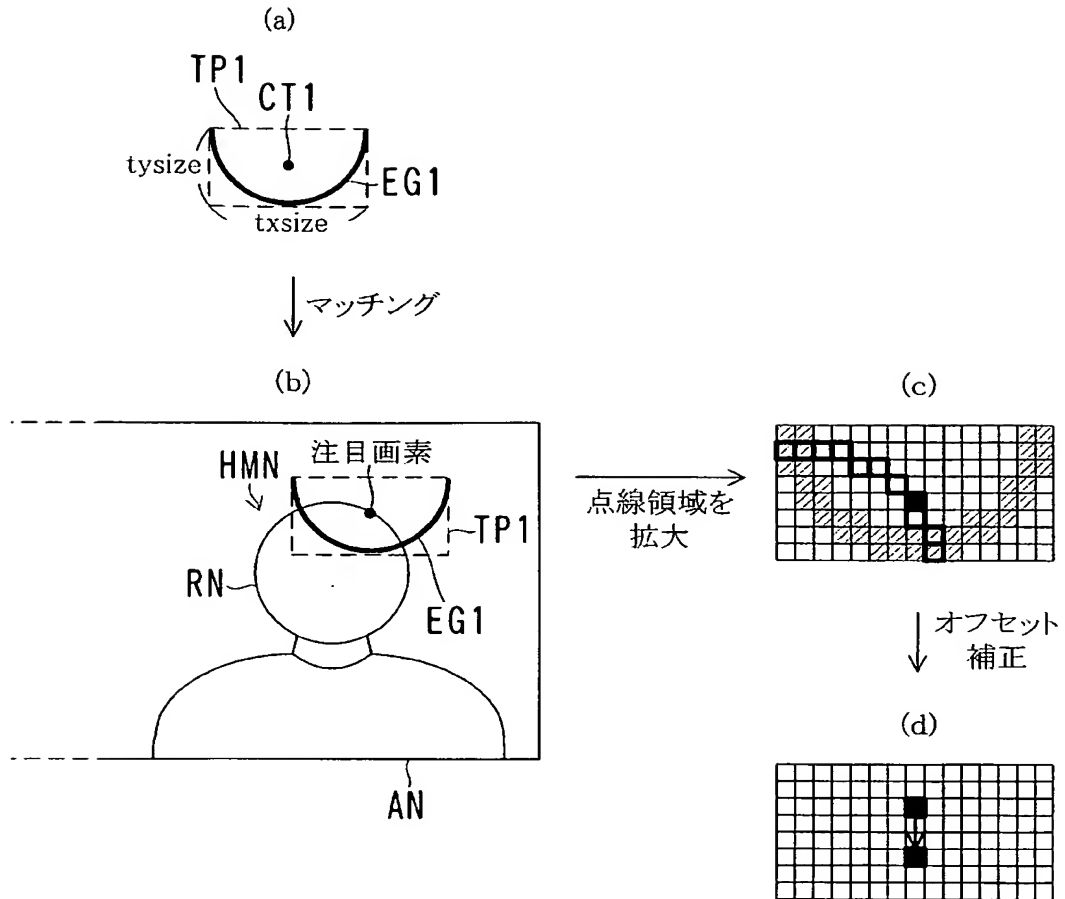


【図 26】

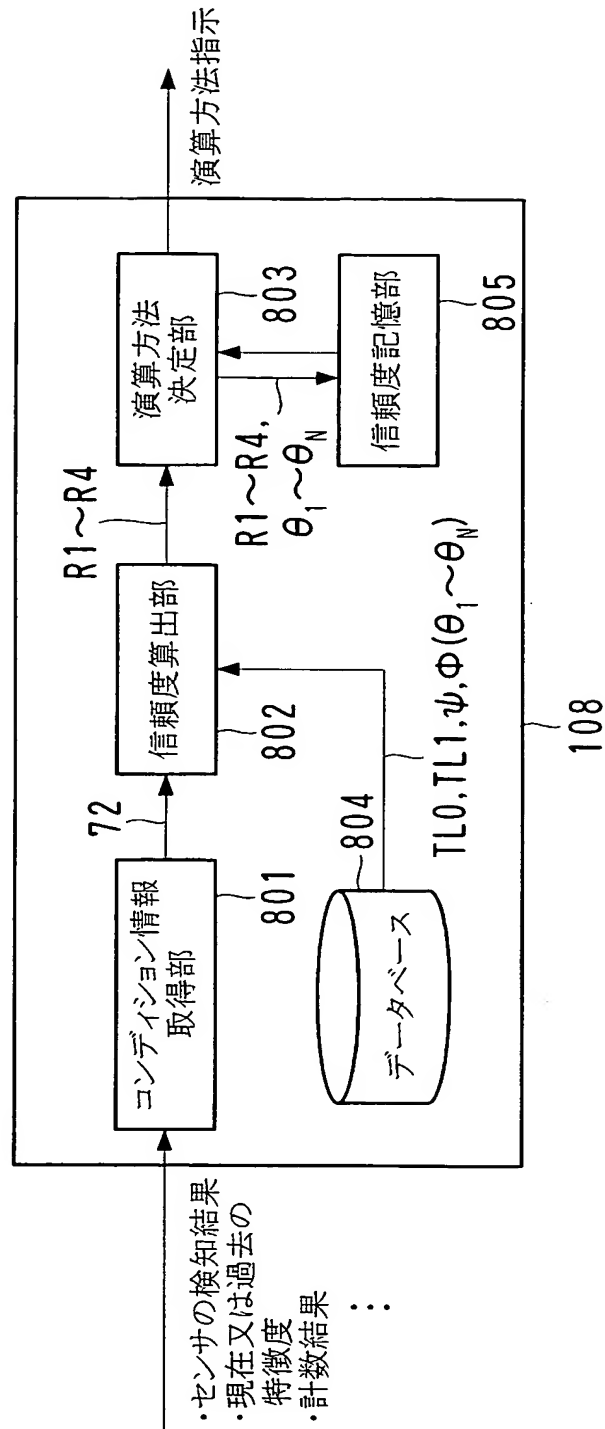




【図 27】



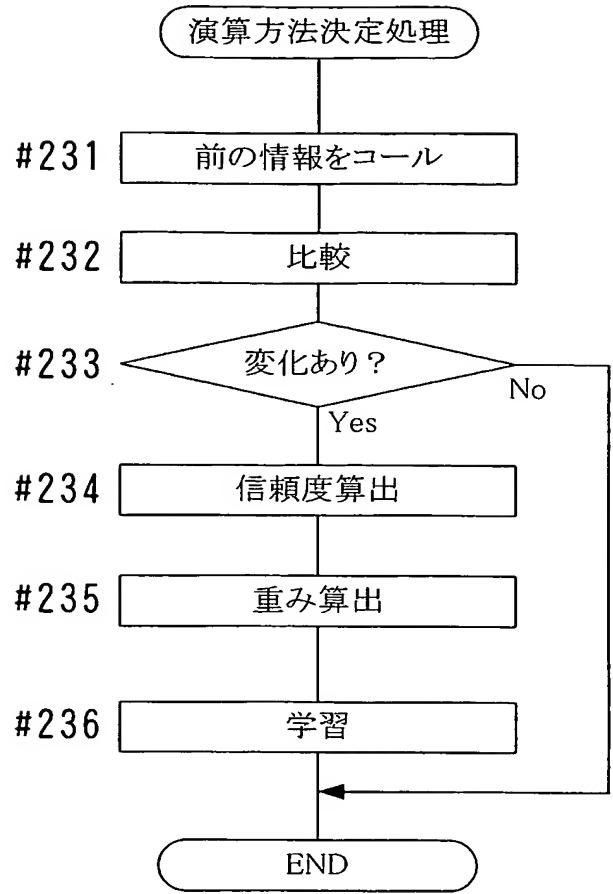
【図 28】



【図 2 9】

変化の 原因	コンディション情報に示される 撮影条件についての変化の種類	現象	影響のある特徴量(特徴度)
時間変化	照明変化	照度 影 ホワイトバランス	肌色、髪色の変化
	客層変化	共通 (カップル、親子連れ)	人数増加による人の重なり変化
		年齢層	髪色、髪型、持ち物、服装、アクセサリー等の変化
		歩行速度	身長
		客数	人の重なり変化
		光軸角度変化	時間差分検出精度変化
	カメラ変化	フレームレート変化	人数増加による人の重なり変化
		背景の色・テクスチャ	肌色、髪色の変化
		設置場所変化	人の重なり変化
		照明	時間差分検出精度変化
		客層	頭部以外の肌色・髪色と同色の領域量変化
カメラ変化	設置場所変化	客数	頭部以外のエッジ量変化
		背景の色・テクスチャ	頭部以外のエッジ量変化
		照明	被写体輪郭抽出精度変化
		客層	上記参照
		客数	上記参照
	カメラ変化	背景の色・テクスチャ	肌色、髪色、髪色度
		設置場所変化	半楕円中心度、肩中心度
		照明	半楕円中心度、肩中心度
		客層	肌色度、髪色度、半楕円中心度、肩中心度
		客数	肌色度、髪色度、半楕円中心度、肩中心度

【図 3 0】

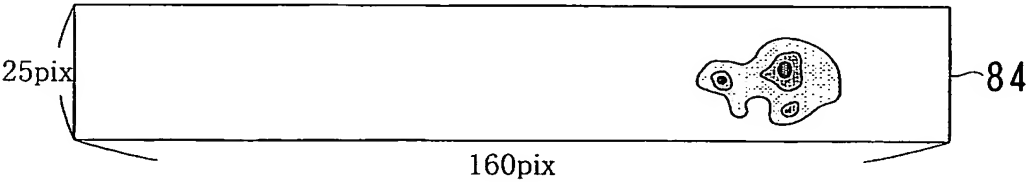


【図 3 1】

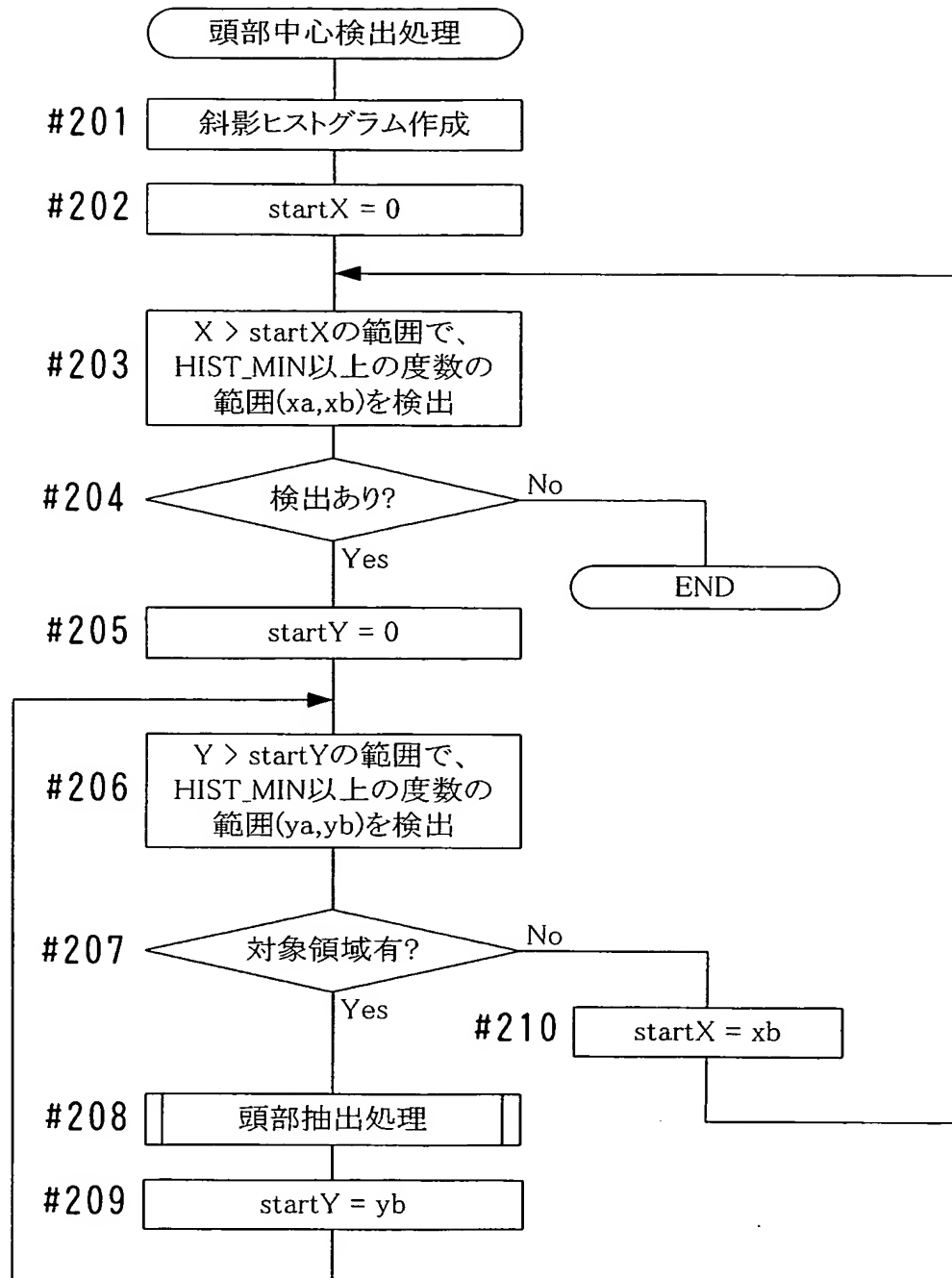
TL0

環境パラメータ				信頼度			
$\theta 1$	$\theta 2$	...	$\theta N$	R1	R2	R3	R4
0	0	...	0	10	10	10	10
1	0	...	0	20	10	10	10
2	0	...	0	30	10	10	10
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

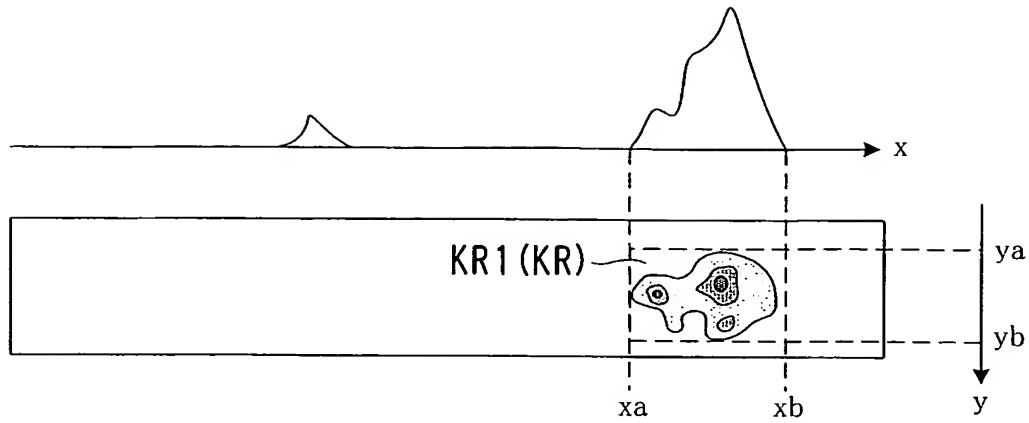
【図 3 2】



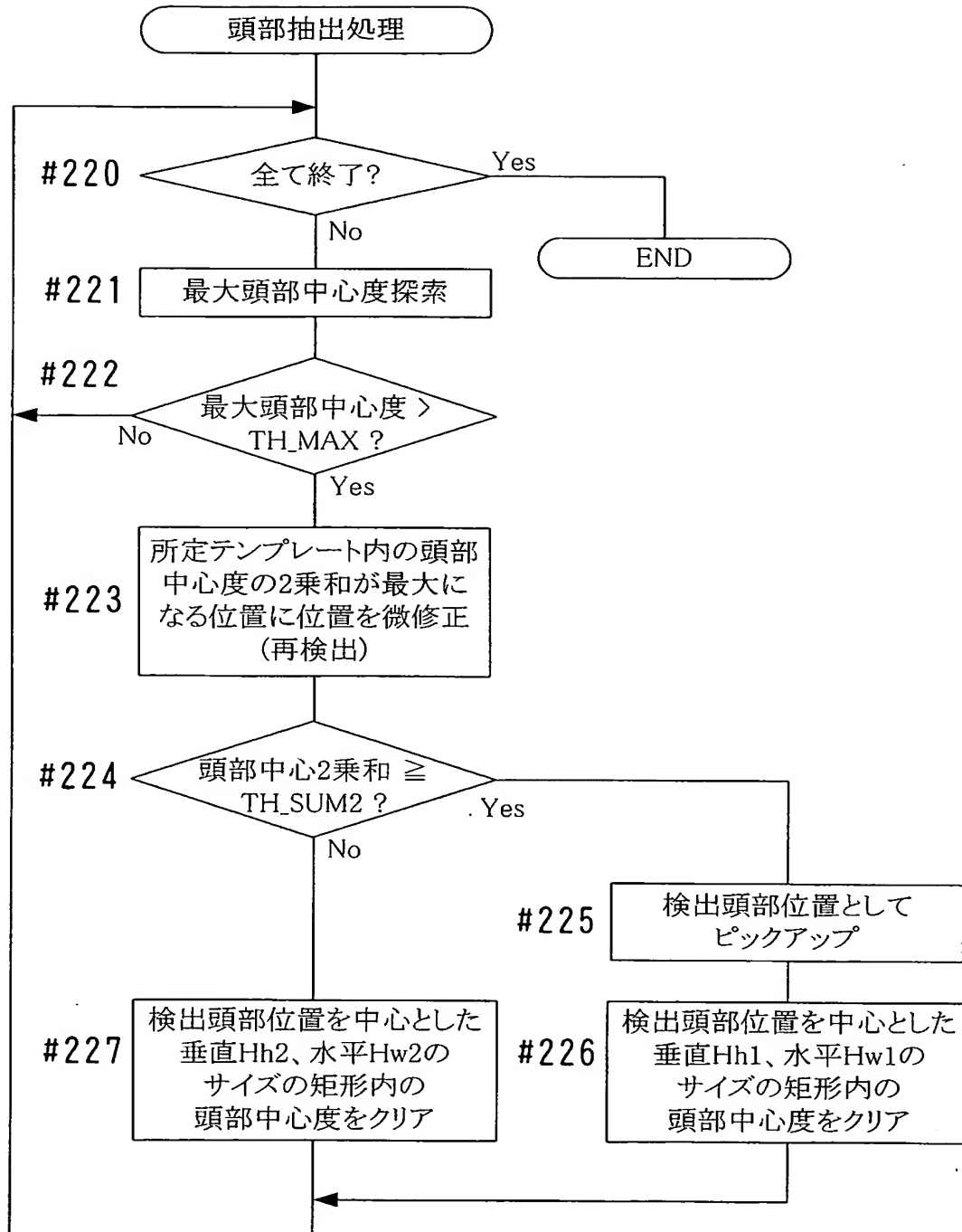
【図 33】



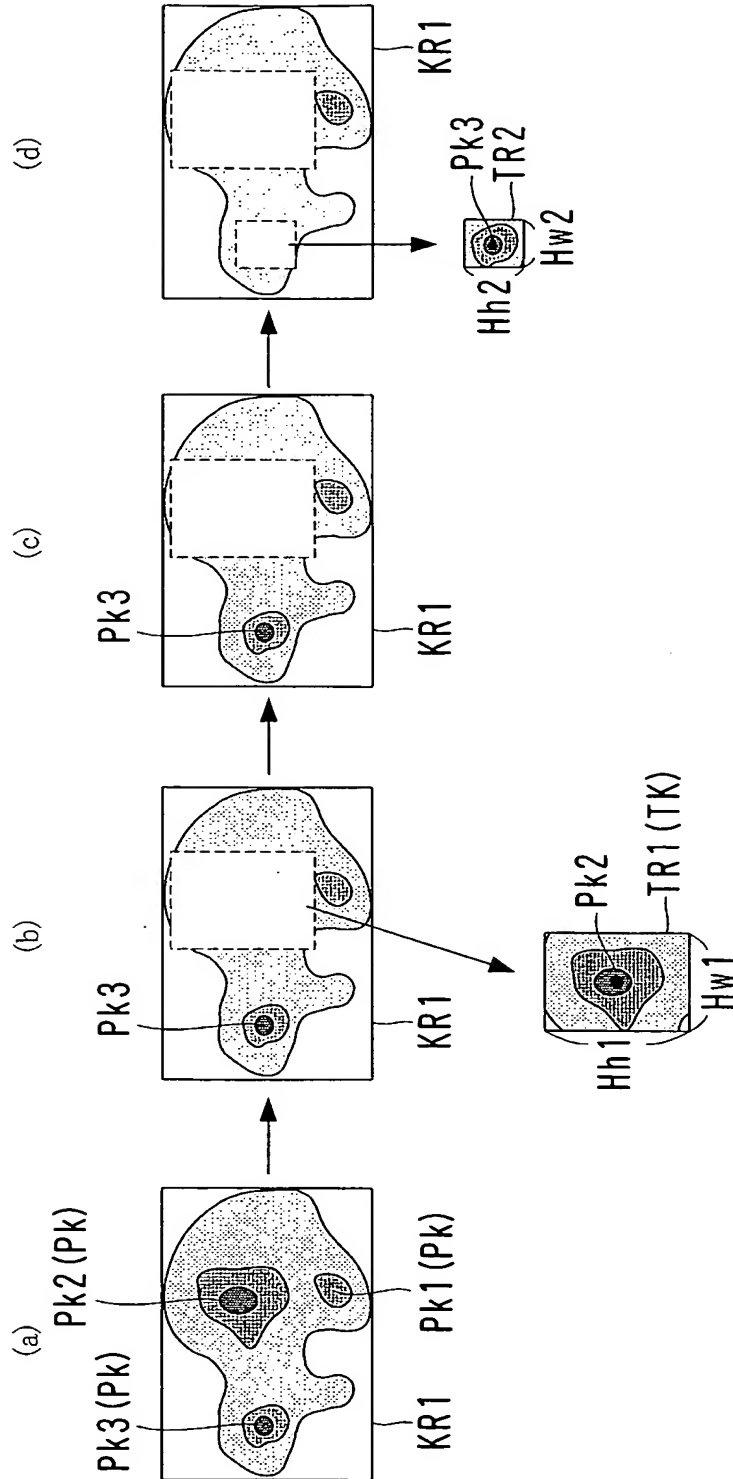
【図 34】



【図 35】

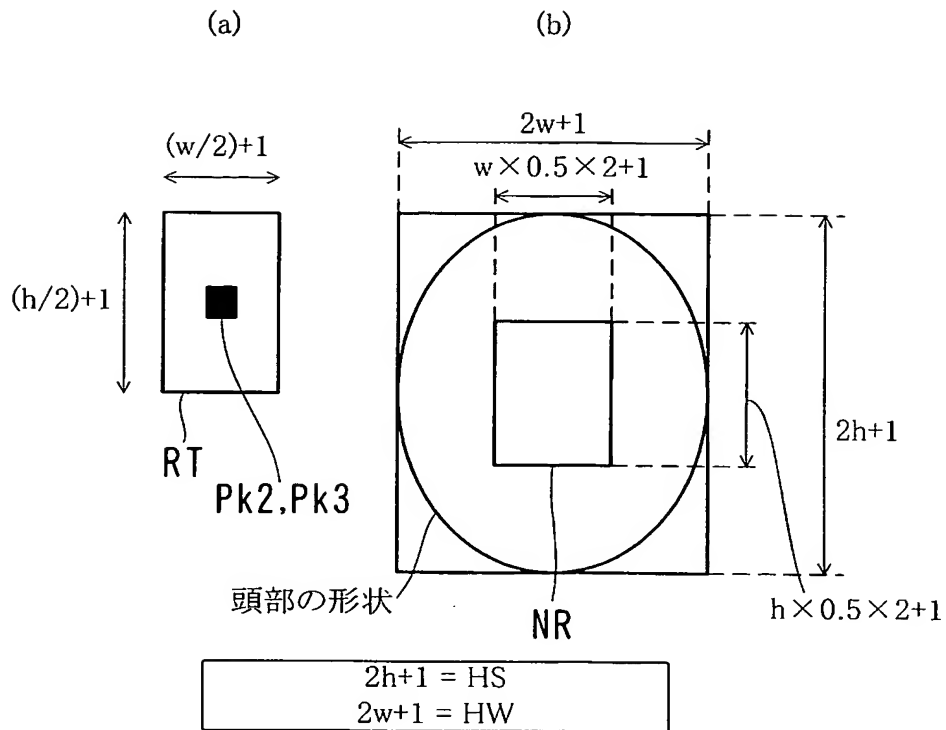


【図 36】

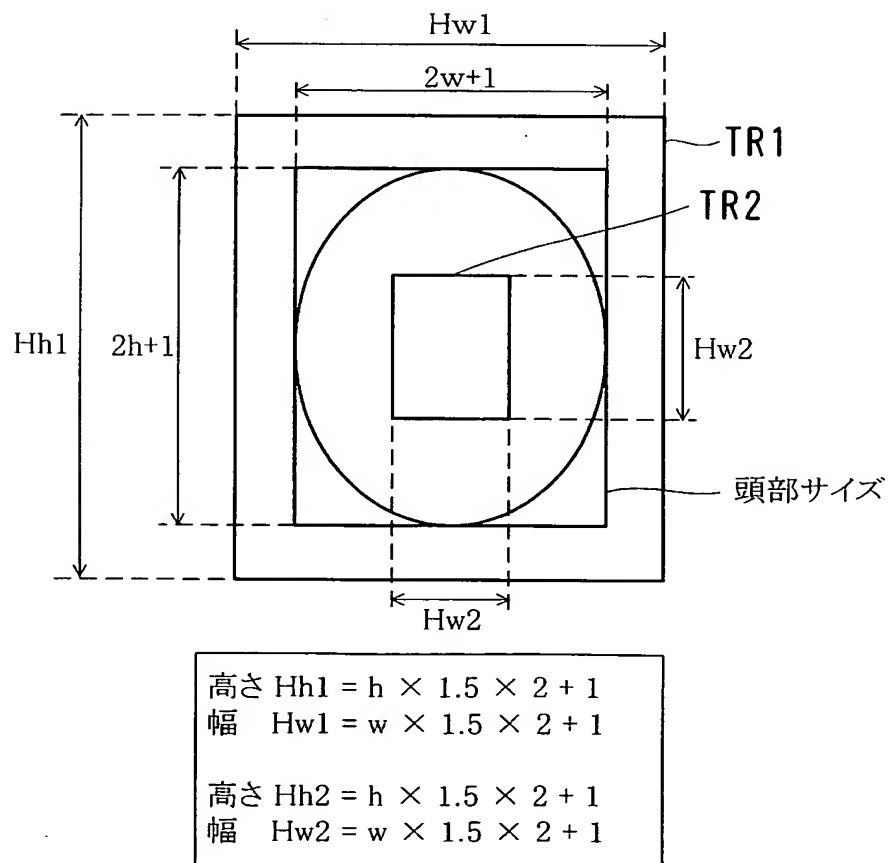




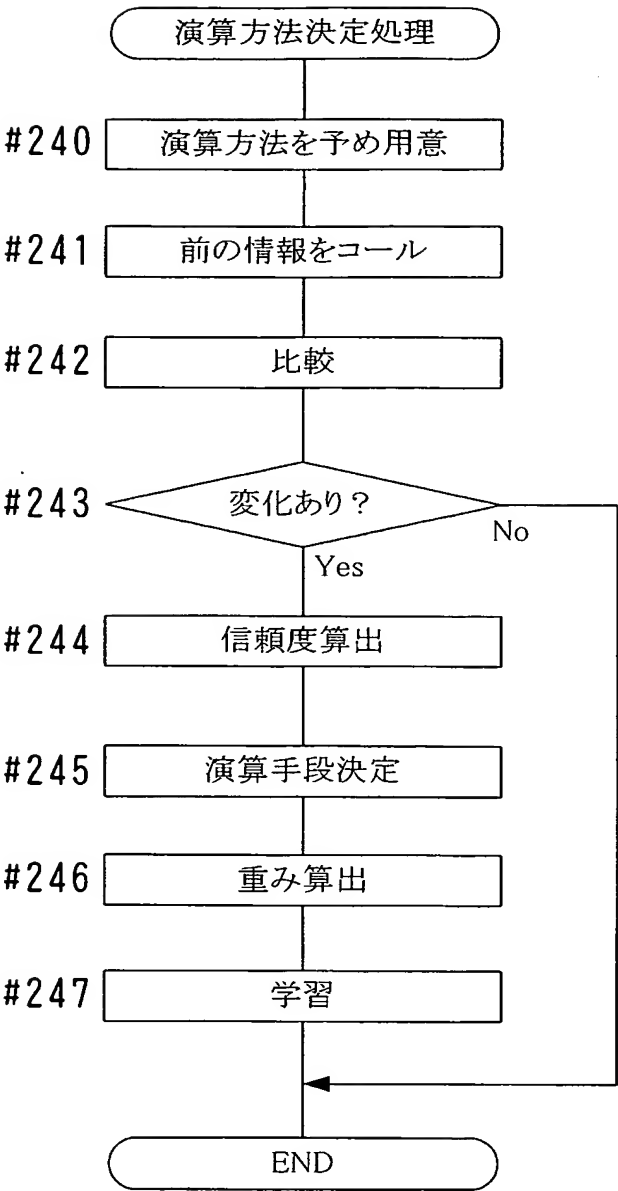
【図 37】



【図 38】



【図 3 9】

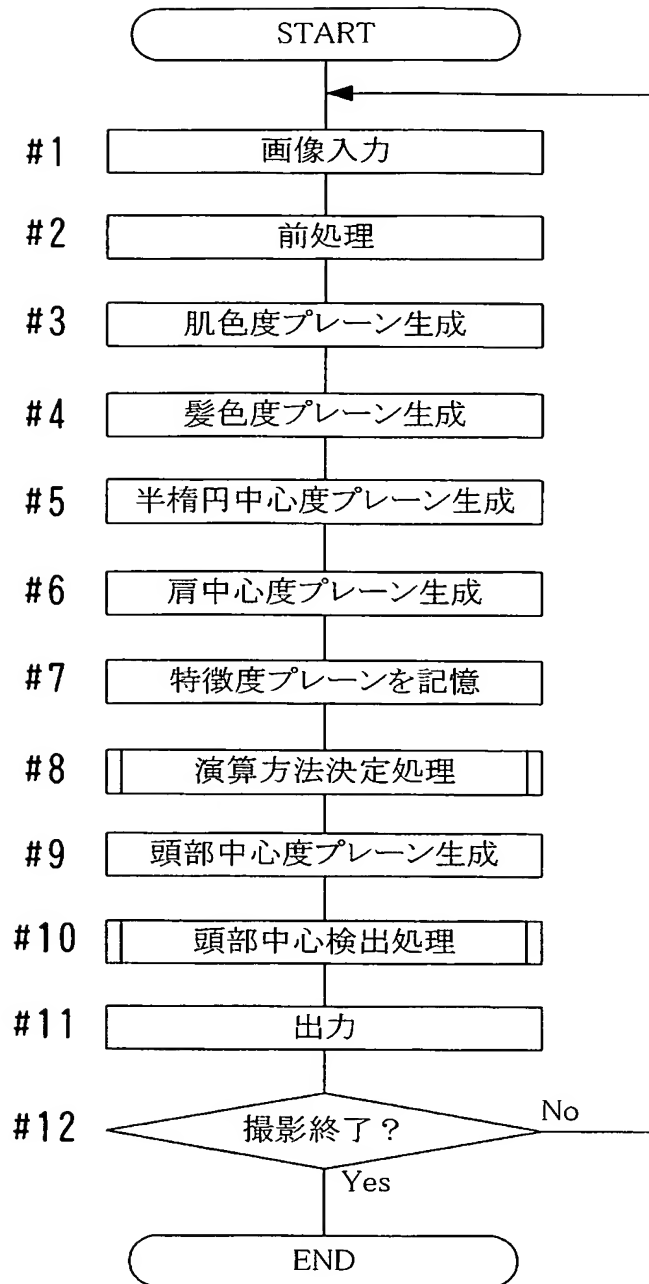


【図 4 0】

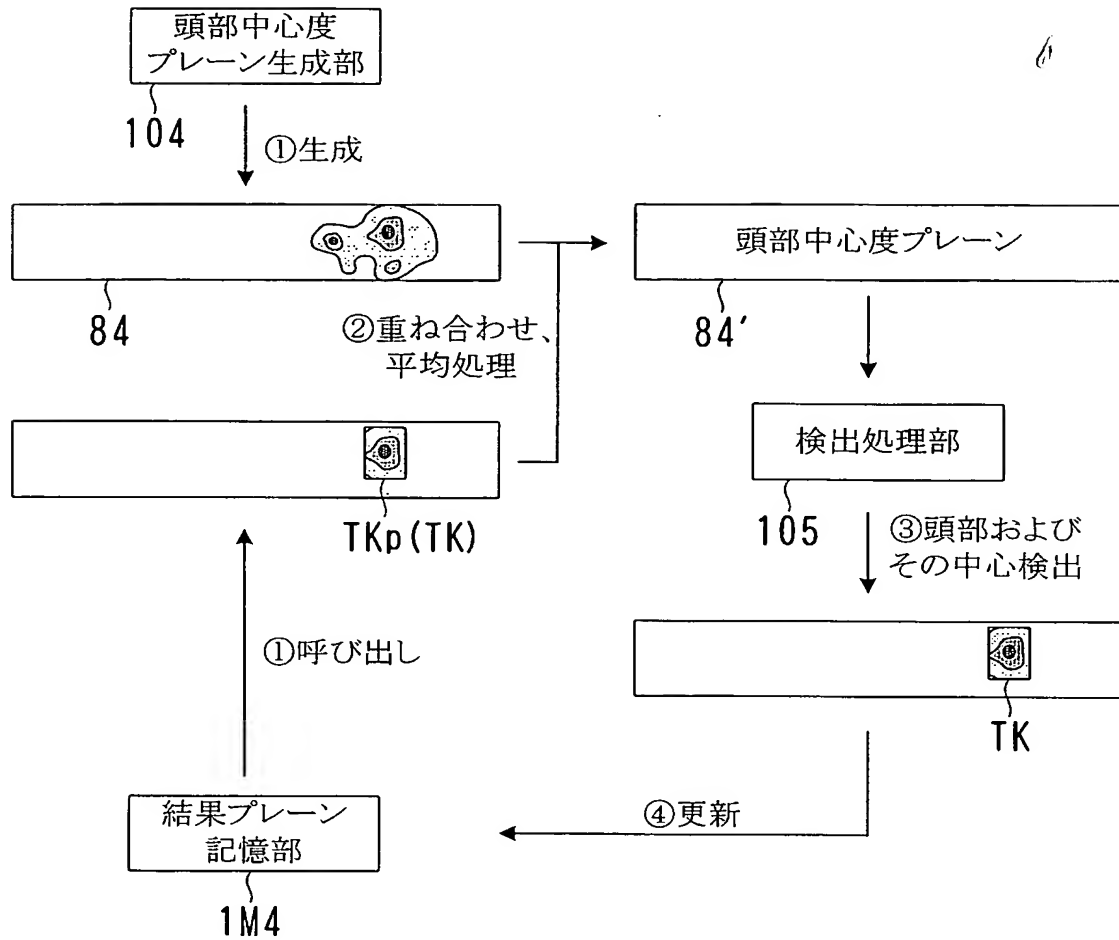
TL1

信頼度				演算方法番号m
R1	R2	R3	R4	
10	10	10	10	1
20	10	10	10	1
30	10	10	10	2
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

【図 4 1】



【図 4 2】



**【書類名】 要約書****【要約】**

**【課題】** 目標物の検出を行う際に撮影環境などに変化が生じても、処理速度をあまり低下させることなく当該検出を正確に行う。

**【解決手段】** 画像の中から人を検出する人体検出装置 1 に、カメラで撮影されて得られた画像 F G を入力する画像入力部 1 0 1 と、互いに異なる方法を用いて、画像 F G の特徴を検出する複数のプレーン生成部 3 0 1 ～ 3 0 4 と、カメラの撮影に関する事項の条件を取得する手段と、取得された条件の場合の、プレーン生成部 3 0 1 ～ 3 0 4 によって検出される特徴の信頼性を求める手段と、1 つまたは複数のプレーン生成部 3 0 1 ～ 3 0 4 によって撮影画像からそれぞれ検出された特徴および各特徴の信頼性に基づいて撮影画像に写っている人を検出する検出処理部 1 0 5 と、設ける。

**【選択図】** 図 4

特願 2 0 0 3 - 3 9 7 9 9 9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 1 2 7 0 ]

1. 変更年月日

2 0 0 3 年 8 月 4 日

[変更理由]

名称変更

住 所

東京都新宿区西新宿 1 丁目 2 6 番 2 号

氏 名

コニカミノルタホールディングス株式会社

2. 変更年月日

2 0 0 3 年 8 月 2 1 日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 1 号

氏 名

コニカミノルタホールディングス株式会社